



**Desenho de um Sistema de Produção
Kaizen Institute Consulting Group**

Joel Fernando Monteiro Queirós

Relatório do Projecto Curricular do MIEIG 2008/2009

Orientador na FEUP: Dr. Nuno Soares

Orientador no Kaizen Institute: Engenheiro António Costa



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2009-09-10

À minha família e amigos

Resumo

O termo *Lean Management* tem, neste últimos anos, entrado no vocabulário da indústria portuguesa. Os novos conceitos que introduz estão a ser usados e analisados cada vez com mais interesse. Um desses conceitos é a criação de fluxo seja na produção, seja na logística. A presente tese, desenvolvida no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, estuda algumas das técnicas de criação de fluxo aplicadas a uma empresa de fabricação de rolhas de cortiça, a Amorim & Irmãos.

O projecto estuda o desenho de uma nova fábrica. Incide nos conceitos de desenho de *layout* e sistema de planeamento. Desenvolve uma metodologia normalizada de construção de *layout* produtivo, estudando o problema do capital investido em stocks, *lead time* e consequente resposta ao cliente, área ocupada e o número de pessoas envolvidas na produção. Para tal, mostra comparativamente a passagem de um *layout* funcional para um *layout* orientado ao produto, analisa a alteração de um sistema de planeamento em *push* para um sistema de planeamento em *pull*, bem como todas os benefícios decorrentes de uma filosofia de melhoria contínua.

A metodologia seguida utiliza ferramentas de *Total Flow Management*, inseridas no *Kaizen Management System*. Faz uma tentativa de minimizar actividades que não acrescentam valor através da análise de dados e do trabalho no terreno tendo por base o princípio dos 7 *muda*.

Como resultado expõe os ganhos que um projecto de *pull flow* pode trazer para uma empresa. No caso da Amorim & Irmãos estes traduzem-se na redução prevista de 32% no nível de stocks, 85% no *lead time*, 46% na área produtiva, 14% no número de pessoas para além de ganhos na qualidade e facilidade de gestão. Ao nível de investimento, o projecto mostra-se economicamente rentável sendo que apresenta um período de retorno de 3 anos e 6 meses, um VAL de 1.878.964 € e uma TIR de 29% num estudo a 12 anos.

Em suma, o trabalho desenvolvido atinge o objectivo de projectar uma fábrica melhor preparada para responder ao cliente, com menores desperdícios e orientada ao fluxo, além de apresentar indicadores que incentivam ao investimento.

Production's System Design

Abstract

The term “Lean Management” has, in recent years, entered the vocabulary of the Portuguese industry. The new concepts that it introduces are being increasingly used and studied with more interest. One of these concepts is the flow creation, either in production or in logistics. Thus, this thesis, developed under the Integrated Masters in Industrial Engineering and Management, explores some of the techniques for flow creation applied to a cork manufacturing company, Amorim & Irmãos.

The project studies the design of a new plant. Focuses on the concepts of design *layout* and planning system. It implements a standard methodology for the planning of the production *layout*, examining the problem of capital invested in stock, lead time and consequent response to customer, area occupied and number of people involved in production. Thus, the project shows comparatively the transition of a functional *layout*, towards a product oriented *layout*, analyzes the change of a push planning system to a pull planning system and all the advantages of a philosophy of continuous improvement.

The methodology uses tools of Total Flow Management, developed by the *Kaizen Management System*. It makes an attempt to minimize activities that do not add value through the analysis of data and work in the field according to the seven *Muda* model.

As a result it explains the gains that a pull flow project can bring to a company. In Amorim & Irmãos they result in a predicted 32% reduction in the level of stocks, 85% in lead time, 46% in production area, 14% in the number of people, in addition to the gains in quality and ease of management. As far as investment is concerned, the project seems to be economically viable having a return period of 3 years and 6 months, a NPV of €1,878,964 and an IRR of 29% in a 12 years study.

In short, the work achieves the goal of designing a better prepared plant to respond to the customer with less waste and flow directed, besides presenting indicators that encourage investment.

Agradecimentos

A toda a equipa do Kaizen Institute, em particular ao engenheiro Alberto Bastos, ao engenheiro António Costa e ao engenheiro João Machado pela disponibilidade e por todo o conhecimento transmitido.

Ao Dr. Nuno Soares pelo apoio e orientação no projecto.

A todos que contribuíram para o meu processo de aprendizagem tanto profissional como pessoal.

Índice de Conteúdos

1. Introdução	1
1.1. Instituto Kaizen Portugal	1
1.2. Amorim & Irmãos, Lda	2
1.2.1. O mercado	3
1.3. O projecto “Desenho de um Sistema de Produção” na Amorim & Irmãos	3
1.4. Organização e temas abordados	4
2. Kaizen Management System (KMS)	5
2.1. Introdução	5
2.2. Fundamentos Kaizen:	6
2.2.1. Princípios	6
2.2.2. Muda	7
2.2.3. 5S	8
2.2.4. Normalização	9
2.2.5. Gestão visual	9
2.3. TFM – Total Flow Management	9
2.3.1. Fiabilidade básica	10
2.3.2. Fluxo na produção	10
2.3.3. Fluxo na logística interna	17
2.3.4. Value Stream design (VSD)	21
2.4. Resumo	22
3. Situação inicial	23
3.1. Introdução	23
3.2. Value Stream Mapping actual	23
3.3. O processo produtivo passo a passo	24
3.3.1. Selecção	24
3.3.2. Rabanear	24
3.3.3. Brocas	24
3.3.4. Deslenhar	25
3.3.5. Pré-secagem	25
3.3.6. Acabamentos mecânicos (AM): Polir	25
3.3.7. Acabamentos mecânicos (AM): Topejar	25
3.3.8. Primeira Escolha Electrónica (1EE)	25
3.3.9. Lavação	25
3.3.10. Secagem	26
3.3.11. Segunda Escolha Electrónica (2EE)	26
3.3.12. Escolha passagem (EP)	26
3.3.13. Controlo do processo	26
3.3.14. Embalagem	26
3.3.15. Particularidades do processo	27
3.4. Análise da situação actual	27
3.5. Resumo	30
4. Solução proposta	31
4.1. Introdução	31

4.2. <i>Value Stream Mapping</i> futuro	31
4.2.1. Definição da estratégia de produção	32
4.2.2. Dimensionamento de recursos	33
4.2.3. Desenho layout.....	37
4.2.4. Outras notas sobre a situação futura.....	43
4.3. Resumo.....	43
5. Comparação actual vs proposto	44
5.1. Introdução	44
5.2. Comparação	44
5.2.1. Número de pessoas.....	44
5.2.2. Área	44
5.2.3. Stock.....	45
5.2.4. Lead time	46
5.2.5. Factores não quantitativos.....	46
5.3. Análise de viabilidade do projecto.....	46
5.4. Resumo.....	47
6. Outros projectos.....	48
6.1. Implementação de um <i>mizusumashi</i>	48
6.2. Algoritmo de planeamento em pull.....	49
7. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	50
8. Referências e Bibliografia.....	51
9. Anexos	
Anexo A: Número médio de vendas por mês por calibre para o ano 2008	52
Anexo B: Distribuição de vendas por classe dos calibres 45x24 e 49x24	53
Anexo C: Análise de problemas e oportunidades de melhoria sector a sector.....	54
Anexo D: Desdobramentos em cada uma das escolhas para os calibres 45x24 e 49x24	60
Anexo E: Orçamento de 2009 para o fluxo de reprocessamentos - diminuição de calibre.....	62
Anexo F: Esquemas de movimentação de materiais na área produtiva	63
Anexo G: Análise sectorial situação actual: pessoas, número de máquinas e número de turnos.....	65
Anexo H: Análise do tipo de stock na zona de expedição	66
Anexo I: Análise dos tempos de ciclo reais	67
Anexo J: Cálculo da quantidade a passar em cada uma das operações da linha 45x24	68
Anexo K: Cálculo da quantidade a passar em cada uma das operações da linha 49x24	69
Anexo L: Cálculo da quantidade a passar em cada uma das operações da linha mista	70
Anexo M: <i>Layout</i> da nova fábrica	72
Anexo N: Estudo das áreas de suporte	73
Anexo O: Alternativas ponderadas à localização do novo <i>layout</i>	74
Anexo P: Dimensionamento de supermercado de produto acabado	76
Anexo Q: Orçamento para novo <i>layout</i>	77
Anexo R: Análise de projecto de investimento a 12 anos.....	82
Anexo S: Cálculo da norma <i>mizusumashi</i>	83
Anexo T: Estudo da relação entre a dimensão do carro e o posicionamento das rodas de trás	85
Anexo U: Comparação entre rodas em cruz e rodas em quadrado.....	86
Anexo V: Adaptadores para elevação	87
Anexo W: Carros versão final	88
Anexo X: Planeamento em <i>pull</i> na RARO	89

Índice de Ilustrações

Ilustração 1.1 – Presença do instituto Kaizen no mundo	2
Ilustração 1.2 – Tipos de rolas vendidas	3
Ilustração 1.3 – Quantidade vendida (em milheiros) em 2008 por calibre	3
Ilustração 2.1 – Kaizen Management System	5
Ilustração 2.2 – Muda de inventário.....	8
Ilustração 2.3 – 5s.....	9
Ilustração 2.4 – Modelo TFM	10
Ilustração 2.5 – Exemplo layout fixo	11
Ilustração 2.6 – Exemplo layout funcional	11
Ilustração 2.7 – Exemplo layout por produto	12
Ilustração 2.8 – Divisão layout Group technology	12
Ilustração 2.9 – Exemplo layout em célula	13
Ilustração 2.10 – Metodologia de desenvolvimento de layout.....	15
Ilustração 2.11 – Comparação entre empilhador e mizusumashi	18
Ilustração 2.12 – Comportamento do nível de stock em supermercado com o tempo	19
Ilustração 2.13 – Modelo push.....	19
Ilustração 2.14 – Modelo pull geral.....	20
Ilustração 3.1 – VSM actual	24
Ilustração 3.2 – Separação feita na primeira escolha electrónica	25
Ilustração 3.3 – Separação feita na segunda escolha electrónica	26
Ilustração 3.4 – Quantidades em milheiros de 2008 e valor percentual dos vários fluxos	28
Ilustração 3.5 – Comparação entre vendas e produção.....	29
Ilustração 3.6 – Layout actual.....	29
Ilustração 4.1 – VSM futuro referências A (calibres 45x24 e 49x24)	31
Ilustração 4.2 – VSM futuro referências C e fluxo de reprocessamentos	32
Ilustração 4.3 – Conceito de linhas de fluxos	32
Ilustração 4.4 – Layout da nova fábrica.....	37
Ilustração 4.5 – Layout linha 49x24 e pessoas alocadas à produção.....	38
Ilustração 4.6 – Layout linha 45x24 e pessoas alocadas à produção.....	39
Ilustração 4.7 – Layout linha mista e pessoas alocadas à produção	40
Ilustração 4.8 – Desenho de layout produtivo na fábrica actual.....	42
Ilustração A.1 – Número médio de vendas por mês por calibre em 2008	52
Ilustração B.1 – Vendas por classe do calibre 45x24.....	53

Ilustração B.2 – Vendas por classe do calibre 49x24.....	53
Ilustração C.1 – Zona de selecção	57
Ilustração C.2 – Máquina de rabanear	57
Ilustração C.3 – Zona das brocas	58
Ilustração C.4 – Máquina de deslenhar	58
Ilustração C.5 – Pré-secagem	58
Ilustração C.6 – Zona de polir.....	58
Ilustração C.7 – Zona de topejar	58
Ilustração C.8 – Máquina de 1EE	59
Ilustração C.9 – Zona de lavação	59
Ilustração C.10 – Máquina de secagem	59
Ilustração C.11 – Zona 2EE	59
Ilustração C.12 – Escolha passagem e embalagem	59
Ilustração D.1 – Desdobramentos em cada uma das escolhas do calibre 45x24.....	60
Ilustração D.2 – Desdobramentos em cada uma das escolhas do calibre 49x24.....	61
Ilustração F.1 – Movimentação desde a receção até à pré-secagem.....	63
Ilustração F.2 – Movimentação desde Pré-secagem até aos AM e destes até à 1EE	63
Ilustração F.3 – Movimentação desde a 1EE até a lavação (e fluxo das rolhas C que voltam para a 1EE) desta para a secagem, e desta até à 2EE	64
Ilustração F.4 – Movimentação desde a 2EE até à EP e desta até à Zona de expedição	64
Ilustração O.1 – Hipótese alternativa para layout nº 1	74
Ilustração O.2 – Hipótese alternativa para layout nº 2	75
Ilustração S.1 – Norma percurso mizusumashi.....	83
Ilustração T.1 – Esquema de carro.....	85
Ilustração U.1 – Carro com rodas em cruz.....	86
Ilustração U.2 – Carro com rodas em quadrado	86
Ilustração V.1 – Carros grandes: pormenor para os garfos dos empilhadores.....	87
Ilustração V.2 – Carros pequenos: gaiola de elevação	87
Ilustração W.1 – Carros grandes	88
Ilustração W.2 – Carro pequeno.....	88
Ilustração X.1 – VSM Raro	89
Ilustração X.2 – VSM com a localização da classificação ABC nos respectivos supermercados.....	90
Ilustração X.3 – Cinco planos implementados.....	90
Ilustração X.4 – Sistema de planeamento ao nível da capsulagem.....	91

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Comparação entre os diferentes tipos de layout	13
Tabela 2.2 – Análise ABC.....	20
Tabela 3.1 – Particularidades do fluxo	27
Tabela 4.1 – Cálculo do tempo disponível para produção	34
Tabela 4.2 – Número de máquinas existente, máquinas futuras e pessoas alocadas por turno.....	35
Tabela 4.3 – Estudo detalhado da quantidade a ser trabalhada na lavação	35
Tabela 4.4 – Estudo detalhado da quantidade a ser trabalhada na 2EE	36
Tabela 4.5 – Estudo detalhado da quantidade a ser trabalhada na EP	36
Tabela 4.6 – Estudo detalhado da quantidade a ser trabalhada na 2EE	36
Tabela 4.7 – Número de pessoas associadas à produção	36
Tabela 4.8 – Possíveis aumentos de cadência nas linhas.....	41
Tabela 4.9 – Número de pessoas envolvidas.	42
Tabela 4.10 – Material em curso em cada uma das operações.....	43
Tabela 5.1 – Análise de áreas antes vs futuro	45
Tabela 5.2 – Quantidade de stock antes e depois	45
Tabela 5.3 – Indicadores de alteração de layout.....	47
Tabela E.1 – Fluxo de reprocessamentos valores orçados para 2009.....	62
Tabela G.1 – Afectação de pessoas a postos e a operações.....	65
Tabela G.2 – Número de máquinas e de turnos por operação	65
Tabela H.1 – Distribuição do stock na zona de expedição	66
Tabela H.2 – Distribuição do stock de segurança por classe para os calibres 45x24 e 49x24.....	66
Tabela I.1 – Tempo de ciclo real para cada uma das operações.....	67
Tabela J.1 – Fluxos de entrada na linha 45x24.....	68
Tabela J.2 – Quantidade a passar em cada operação da linha 45x24	68
Tabela K.1 – Fluxos de entrada na linha 49x24	69
Tabela K.2 – Quantidade a passar em cada operação da linha 49x24.....	69
Tabela L.1 – Fluxos de entrada na linha mista	70
Tabela L.2 – Quantidade a passar em cada operação da linha mista.....	70
Tabela N.1 – Análise das áreas para a fábrica desenhada	73
Tabela P.1 – Análise de vendas por classe do calibre 45x24	76
Tabela P.2 – Análise de vendas por classe do calibre 49x24	76
Tabela R.1 – Análise projecto de investimento	82

1. Introdução

O mundo está em constante mutação e com ele tudo o que o envolve e integra. As solicitações para as empresas são cada vez mais audazes e mais difíceis de atingir. Consumidores exigentes no preço, na qualidade, no prazo de entrega e na flexibilidade de resposta são uma constante. Neste ambiente de competição extrema só os mais bem preparados sobrevivem. E a construção de uma melhor resposta ao cliente começa dentro da própria fábrica. A forma de uma empresa planear a produção e o tipo da *layout* utilizado são o espelho daquilo que esta pretende ser.

A presente tese, desenvolvida no âmbito da conclusão do Mestrado em Engenharia Industrial e Gestão, visa estudar o desenho de uma fábrica e todas as implicações que o mesmo acarreta como sendo o próprio desenho de *layout* e o sistema de planeamento.

O projecto realizou-se no Instituto Kaizen, uma empresa de consultadoria, durante um período de 6 meses. Este foi desenvolvido principalmente numa empresa cliente, a Amorim & Irmãos.

O trabalho consiste no desenho de um novo *layout* para uma fábrica de produção de rolas de cortiça. Para além deste projecto principal, estuda-se ainda o projecto de implementação de um *Mizusumashi*¹ e da elaboração de um algoritmo de planeamento em *pull*.

Neste primeiro capítulo, proceder-se-á à apresentação do Instituto Kaizen e da Amorim & Irmãos. O objectivo é, desde já, enquadrar o tema abordado nesta tese na realidade das duas empresas citadas. Para além desta apresentação, será feita também uma análise ao mercado da Amorim & Irmãos, servindo como ponto de partida para todo o estudo realizado. Seguidamente, será apresentado o âmbito da tese com uma descrição dos objectivos do projecto. Por último, a tese será fisicamente estruturada.

1.1. Instituto Kaizen Portugal

O Instituto Kaizen tem já mais de 20 anos de história. Fundado pelo professor Masaaki Imai, pretende implementar conceitos de *lean management*² nas empresas onde opera e assenta a sua filosofia na melhoria contínua. Actualmente presente um pouco por todo o mundo (ver ilustração 1.1), trabalha em Portugal desde 1 de Janeiro de 1999.

¹ *Mizusumashi*: termo japonês para *milk run* ou comboio logístico.

² *Lean management*: gestão magra, sem desperdício.



Ilustração 1.1 – Presença do instituto Kaizen no mundo

(fonte: Kaizen Institute, 2009a)

Kaizen, para além do nome do instituto é também uma palavra japonesa que pode ser vista como “kai” = mudar e “Zen” = melhor, ou seja, mudar para melhor e isto deve ser feito continuamente o que leva à melhoria contínua.

Após a II Guerra Mundial o Japão ficou destruído havendo uma grande necessidade de reconstrução. Assim, empresas como a Toyota desenvolveram sistemas de produção com base na metodologia Kaizen apresentando resultados ao nível de eficiência operacional e ao nível de serviço ao cliente muito superiores aos concorrentes. Com isto o fluxo de comparação com a concorrência inverteu-se. Enquanto no pós-guerra recente eram os industriais japoneses que pretendiam usufruir das melhores práticas das fábricas dos Estados Unidos da América, passado algum tempo e com o desenvolvimento da metodologia Kaizen eram já os norte-americanos que faziam visitas às empresas do Japão.

O instituto Kaizen imbuído de toda esta filosofia desenvolve o seu sistema de gestão - *Kaizen Management System* (KMS) - tendo sempre como objectivo final a melhoria contínua.

1.2. Amorim & Irmãos, Lda

O que em 1870 começou por ser uma fábrica para a produção manual de rolhas para o Vinho do Porto originou em 1922 o nascimento da Amorim & Irmãos, Lda. Nos anos 30 a Amorim & Irmãos, Lda. era já a maior fábrica de rolhas do Norte de Portugal. Situada em Santa Maria da Feira, actualmente produz rolhas de cortiça para todos os tipos de vinhos.

O processo produtivo traduz-se em realizar rolhas de cortiça seja por transformação de fardos de cortiça por compra de raça³, seja por compra de rolhas para posterior afinamento. Depois de trabalhadas estas rolhas são apresentadas ao cliente como estando no estado natural ou no estado colmatado⁴. Para além disso ainda se apresentam divididas em vários calibres (altura x diâmetro) e várias classes (qualidade da rolha) como se mostra na ilustração 1.2.

³ *Raça*: termo que designa as rolhas de cortiça que resultaram da passagem dos fardos pelas brocas, isto é, que acabaram de ser produzidas e ainda não tiveram qualquer tratamento.

⁴ *Colmatagem*: destina-se principalmente a melhorar o aspecto visual e a performance da rolha. Consiste em encher os poros (lenticelas) que as rolhas apresentam com pó de cortiça.



Ilustração 1.2 – Tipos de rolhas vendidas

Ao ser colmatada, a rolha deixa de estar no estado natural, perdendo valor de mercado, razão pela qual a grande parte das rolhas colmatadas é de classes inferiores.

1.2.1. O mercado

O mercado de rolhas naturais e colmatadas ascende aos 700000 milheiros⁵. A distribuição de vendas da Amorim & irmãos segue a regra de Pareto. Como se pode ver pelo gráfico - ilustração 1.3 - dois produtos representam 79% da quantidade vendida.

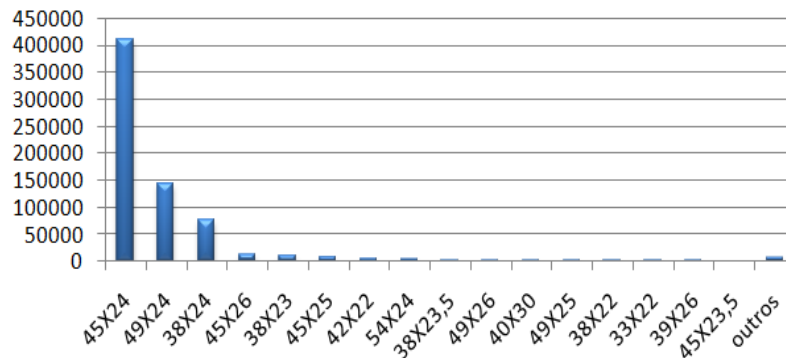


Ilustração 1.3 – Quantidade vendida (em milheiros) em 2008 por calibre

Analisando o gráfico da frequência média de vendas por mês, tal como no gráfico anterior, os mesmos dois produtos se destacam (ver anexo A). Assim, e desde já, os calibres 45x24 e 49x24 serão classificados como referências A, os restantes calibres serão referências C. É de notar que nenhum calibre será classificado como referência B. Isto acontece pelo facto de as referências que não são A serem todas tratadas da mesma maneira, logo serão todas classificadas como referências C.

Vale a pena, desde já, reflectir sobre a distribuição ao nível de classes para os dois principais calibres (ver anexo B). Constata-se que as classes que mais vendem são aquelas que apresentam qualidade média e também preço médio. Mais à frente será confrontada a quantidade vendida por classe com a capacidade produtiva e respectiva forma de planeamento.

1.3. O projecto “Desenho de um Sistema de Produção” na Amorim & Irmãos

O projecto surge da necessidade da Amorim & Irmãos construir uma nova fábrica. A proposta é quebrar completamente com o paradigma actual e estabelecer uma fábrica mais *lean*. Esta pretende-se orientada ao fluxo, com melhor resposta ao cliente e com menores desperdícios.

⁵ Milheiro (ML): termo usado na indústria da cortiça. Um milheiro representa mil rolhas.

Consequência directa de uma redução de stock, de redução de *lead time*⁶, de redução do número de colaboradores e libertação de área.

Assim, o projecto “Desenho de um Sistema de Produção” responde a esta necessidade analisando duas vertentes, por um lado a construção de uma fábrica de raiz, por outro, uma reestruturação da fábrica existente tendo como premissa aproveitar o edifício. Para este último caso realiza-se ainda uma análise comparativa entre a situação actual e a solução proposta.

1.4. Organização e temas abordados

A presente tese começa com a introdução no presente capítulo, onde foi já feita uma exposição das empresas envolvidas assim como um estudo relativamente ao mercado da Amorim & Irmãos. O segundo capítulo pretende estruturar teoricamente todos os conceitos aplicados ao longo da tese. Introduz uma metodologia *standard* de construção de *layout* produtivo que depois será posta em prática nos pontos seguintes. O capítulo número três analisa a situação actual da Amorim & Irmãos explicando o processo produtivo e identificando os vários tipos de *muda* presentes. O quarto capítulo analisa o projecto “Desenho de um Sistema de Produção” na Amorim & Irmãos, isto é, a idealização da fábrica, agora com um *layout* orientado ao produto, com um sistema de planeamento em *pull* e com uma filosofia de melhoria contínua. O quinto capítulo faz uma comparação entre as metodologias usadas actualmente na fábrica em questão e as decorrentes do projecto. O sexto capítulo analisa outros projectos realizados, de menor escala, que de alguma forma se enquadram no tema central desta tese, complementando-a. Aborda a implementação de um *mizusumashi* e a construção e implementação de um sistema de planeamento em *pull*. Por fim, o último capítulo aborda todas as conclusões e perspectiva o futuro.

⁶ *Lead time*: Tempo que um determinado produto demora a percorrer a cadeia de valor até ser entregue ao cliente.

2. Kaizen Management System (KMS)

2.1. Introdução

Apresentadas as empresas envolvidas no trabalho realizado, pretende-se reflectir sobre a teoria que estrutura todo o pensamento desenvolvido ao longo da tese. Será, para tal, abordado o sistema de gestão do instituto Kaizen o KMS (ver ilustração 2.1), assim como será feita uma reflexão sobre os fundamentos Kaizen e o pilar *Total Flow Management*. Os restantes pilares não serão detalhados por não terem sido usados neste projecto em concreto.



Ilustração 2.1 – Kaizen Management System

(fonte: Kaizen Institute, 2009a)

Como se pode ver pela ilustração 2.1, os objectivos finais que o KMS tenta alcançar são *Quality*, *Cost* e *Delivery* (QCD) nas relações com os clientes e com os fornecedores. Para tal, é essencial atender e melhorar o fluxo no processo produtivo, a eficiência dos colaboradores, tentar atingir zero defeitos, ter estrutura de suporte eficaz e alcançar eficiência nos processos.

Assim, foram desenvolvidas metodologias que podem ser vistas como pilares que suportam todo o esforço de melhoria. Estas são:

- **TFM – Total Flow Management:** Engloba todos os conceitos referentes à criação de fluxo produtivo. Tenta para tal eliminar desperdícios e focar-se nas operações que realmente acrescentam valor ao produto. A presente tese irá incidir sobre este pilar e as ferramentas que a ele estão adjacentes.

- TPM – Total Productive Management: São metodologias que actuam particularmente sobre optimização da utilização de equipamentos e o modo com o operador os usa. Assim, o objectivo é maximizar a eficiência global (OEE⁷) dos equipamentos.
- TQM – Total Quality Management: São metodologias que incidem sobre a melhoria da qualidade.
- TSM – Total Service Management: Metodologias de eliminação de desperdício nas áreas de serviços.
- TCM – Total Change Management: Por último, e transversal a todos, como sendo um suporte para os mesmos, encontra-se uma estrutura de apoio à mudança.

Na base encontra-se os Fundamentos Kaizen que estruturam e alicerçam tudo o resto.

Assim este capítulo pretende, numa primeira fase, reflectir sobre os Fundamentos Kaizen analisando os princípios, os sete tipos de *muda*⁸, a metodologia 5s, conceitos de normalização e gestão visual. Posteriormente, será realizada uma análise mais profunda ao pilar TFM com particular incidência no tema de desenho de *layout* (onde será desenvolvida e estudada uma metodologia standard), forma de planeamento e análise VSD⁹.

2.2. Fundamentos Kaizen:

2.2.1. Princípios

A filosofia Kaizen assenta em três princípios essenciais, os quais são apresentados seguidamente:

➤ Processos conduzem a Resultados

Os resultados são muito importantes pois traduzem todo o desempenho de uma organização. Estes são o espelho do alcançar dos objectivos traçados. Contudo, estes resultados muitas vezes tornam-se uma obsessão. A metodologia Kaizen defende uma relação de compromisso entre processos e resultados. Processos consistentes culminam nos resultados aguardados. Assim, deve ser focada a atenção naquilo que é feito e como é feito, não só no resultado que isso produz.

➤ Não Culpar e Não Julgar

A filosofia Kaizen tem presente a importância que o capital humano representa numa organização. São as pessoas que constituem o motor da melhoria, são estas que conhecem os processos, são estas que lidam com os problemas.

Contudo, e consequência de muitos factores externos, uma cultura de repressão e de julgamento foi-se expandindo pelas organizações. Quando algo falha numa organização, a maior parte das vezes tenta-se saber de quem foi a culpa em vez de tentar entender o porquê de tal ter acontecido. Julgar e culpar significa que da próxima vez que um problema acontecer este vai ser escondido e não resolvido logo de nascença.

⁷ OEE: Overall Equipment Efficiency - é um indicador da eficiência de equipamentos.

⁸ Muda: palavra japonesa que significa perda, desperdício.

⁹ VSD: Value Stream Design - ferramenta de modelo TFM que consiste na representação gráfica de fluxos ou processos.

➤ Sistemas Globais

O conceito de sistemas globais contraria o conceito de divisão funcional. Este último pode levar à criação de grupos dentro da própria organização que têm como objecto maximizar os seus próprios resultados e não os da organização como um todo. O termo “silos funcionais” é já bastante conhecido porque esta prática é uma realidade. Não existe comunicação a fluir e não existindo esforço de cooperação, pode levar a conflitos entre departamentos principalmente quando os recursos começam a ser escassos. Assim na filosofia Kaizen o importante é a criação de fluxo agindo a organização como um todo, como um sistema global. Mais à frente este assunto será retomado aquando da abordagem dos tipos de *layout* mais frequentes na indústria.

2.2.2. Muda

“Taichi Ohno disse aos seus operários: “Será que posso pedir a vocês que executem um trabalho que valha a pena durante pelo menos uma hora por dia?”” (Imai, 2000a,p. 79).

A palavra japonesa *muda* significa perda. Esta refere-se a toda e qualquer actividade que não adicione valor ao produto, só o que o cliente está disposto a pagar é que é valor acrescentado. E é neste conceito de eliminação de desperdícios que a cultura Kaizen se fundamenta. Assim, estes podem ser divididos em sete tipos (Imai, 2000a):

1. Excesso de produção – produzir mais que aquilo que é necessário. Resulta muitas vezes de: uma produção desenfreada sem considerar as reais necessidades do processo produtivo; dar liberdade ao operador para produzir; olhar o processo não como um todo mas sim segmentado e tentar maximizar a produtividade de cada segmento; programação das linhas de produção ser feita tendo em vista a eficiência de utilização das máquinas. Este excesso pode levar ao: (i) consumo de matéria antes do necessário (com todas as necessidades de espaço e capital que daqui decorrem), (ii) uso desnecessário de pessoas e de equipamentos, (iii) aumento do número de máquinas, (iv) desvalorização do capital investido e do produto final, (v) aumento de custos de transporte e administrativos.
2. Excesso de stock – A constituição de stock, seja de produto acabado seja de em curso, está directamente relacionada com a produção em excesso. Este tipo de desperdício é difícil de aceitar por parte dos gestores porque permite ultrapassar vários problemas. Contudo limita-se a escondê-los. Levanta, isso sim, muitos outros, dos quais se destaca: ocupação de espaço, equipamentos adicionais, dinheiro empatado e retorno a um prazo muito distante, e necessidade de mais pessoas para movimentação.

Usualmente, o nível de stock é comparado ao nível de água de um rio onde navega um barco – a empresa. Como em qualquer rio existem pedras (problemas) ao longo do curso. Assim, quanto maior for o nível de água (stock) melhor navega o barco (a empresa). Com o passar do tempo as pedras (problemas) ao longo do curso vão ficando maiores, sendo que o rio precisa de aumentar o seu nível de água para que ainda seja navegável. Ou, por outro lado, tornar o nível de stock mais baixo para que os problemas se tornem visíveis e poderem assim ser combatidos e eliminados. A metáfora descrita está presente na ilustração 2.2 onde são descritos os principais problemas que o stock esconde.



Ilustração 2.2 – Muda de inventário

(fonte: Kaizen Institute, 2009a)

A metáfora da figura acima compara o *stock* ao nível de água que mantém o barco protegido das rochas. Assim, o *stock* protege o processo dos problemas, escondendo-os e impossibilitando a sua resolução.

3. Excesso de espera de pessoas (ou Espera) – ocorre quando os operadores estão parados. Pode dever-se a vários motivos como: problemas de balanceamento, falta de material, mudanças de trabalho, avarias, bloqueamento por parte da operação seguinte, ou mesmo quando um operador está simplesmente a monitorizar uma máquina enquanto esta trabalha.
4. Excesso de transporte – É relativo à movimentação de materiais, e embora muitas vezes necessária não acrescenta qualquer valor ao produto. Pior ainda, o transporte pode danificar os materiais. Provoca também *muda* de excesso de stock, despesas logísticas, perdas de tempo, entre outros.
5. Excesso de movimento – diz respeito a toda a movimentação corporal de um operador que não agregue valor ao produto. É frequente encontrar este tipo de desperdício no processo de abastecimento de materiais. Os operadores têm de fazer deslocações e muitas vezes esforços físicos para obter os materiais. Assim, o abastecimento deve ser frontal e estar próximo do operador.
6. Processamento em excesso – realizar operações que não acrescentam valor ao produto. Pode resultar de projectos inadequados ou da própria tecnologia. Muitas vezes a normalização ou o simples encadear de operações pode eliminar este tipo de desperdício.
7. Excesso de defeituosos e retrabalho – Este tipo de desperdício diz respeito à produção de peças que o cliente não pretende, seja porque são defeituosas seja porque têm que ser retrabalhadas porque não encontram aceitação no mercado. Para combater este tipo de *muda*, as máquinas podem estar equipadas com sistemas de detecção de defeituosos a fim de parar a máquina. Os projectos devem estar mais bem desenhados a fim de compreender as reais necessidades do cliente e tentar responder às mesmas. Assim, ao nível deste tipo de desperdício, a melhoria pode ser aplicada tanto aos projectos de engenharia como aos reais problemas do *gemba*¹⁰.

2.2.3. 5S

As técnicas de 5S têm em vista uma melhor organização do posto trabalho e eliminação de desperdícios. As 5 etapas apresentam-se na ilustração 2.3.

¹⁰ *Gemba*: palavra japonesa que significa terreno, chão da fábrica.

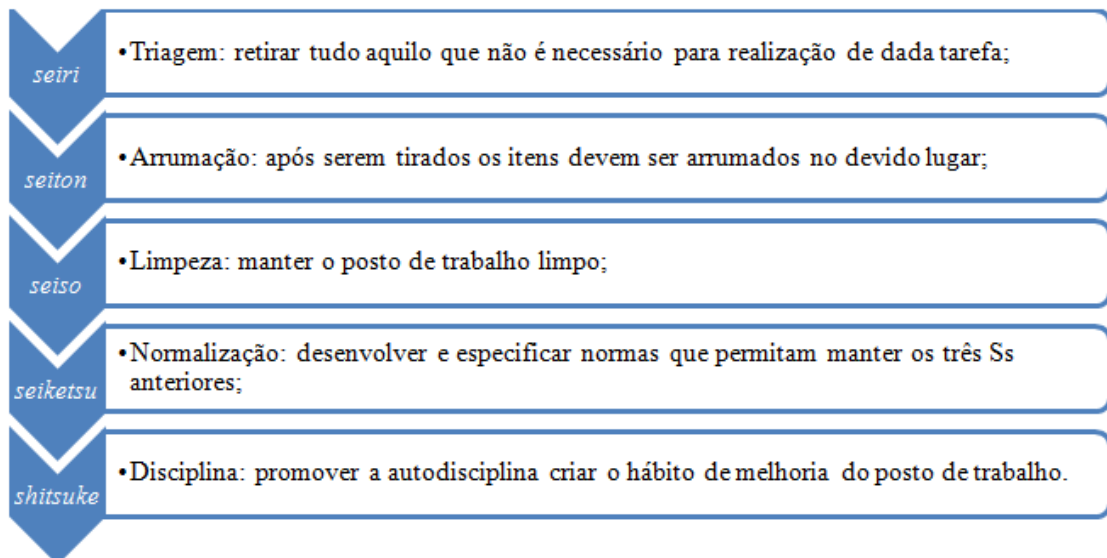


Ilustração 2.3 – 5s

2.2.4. Normalização

Normalização como o próprio termo indica consiste na constituição de normas. Estas são sistemas formais que pretendem dar a confiança de que dado processo é realizado eficaz e eficientemente, isto é, é realizado da melhor forma conhecida até ao momento.

Este é um fundamento essencial na estratégia de melhoria contínua. Normalizar significa reduzir a variabilidade, significa que o conhecimento não é individualizado. Isto é, o conhecimento não pode estar dependente de uma única pessoa, deve sim ser acessível a toda a organização. As normas criam um patamar onde a qualidade se pode alicerçar, é através destas e só depois da constituição das mesmas que se pode melhorar, que se pode evoluir.

2.2.5. Gestão visual

Cerca de 83% da informação que o ser humano recolhe é através da visão (Kaizen Institute, 2009)... Assim a filosofia Kaizen assenta no facilitar da comunicação, numa melhor transmissão da informação. Este conceito aplica-se a normas, instrumentos de trabalho, regras de segurança entre outros.

A gestão visual ajuda a dar, de uma forma fácil, informações sobre as medidas tomadas e os desvios para os objectivos. Assim se as indicações forem positivas (ex: alta produtividade, alta qualidade, baixo absentismo, etc.) existe feedback de que a empresa está no caminho certo, servem então de factor de motivação. Se pelo contrário as indicações forem negativas (ex: elevada rejeição, reclamações elevadas, etc.) dão sinal de que devem ser tomadas medidas correctivas, servem de factor de alerta e constrangimento.

Em suma, a gestão visual ajuda a representar e comparar a situação actual, calcular desvios, identificar problemas, visualizar normas, e dinamizar a organização.

2.3. TFM – Total Flow Management

O pilar *Total Flow Management* tenta fazer uma gestão eficaz tanto do fluxo de material como do fluxo de informação ao longo de toda a cadeia de valor. Assim, este engloba produção e logística por um lado, e a informação por outro (sistemas de informação, ordens de produção etc...).

Este é composto por cinco pilares (ver ilustração 2.4), alguns deles com subgrupos incluídos. Assinalados encontram-se aqueles que serão desenvolvidos seguidamente. Os restantes não foram usados na aplicação prática apresentada.

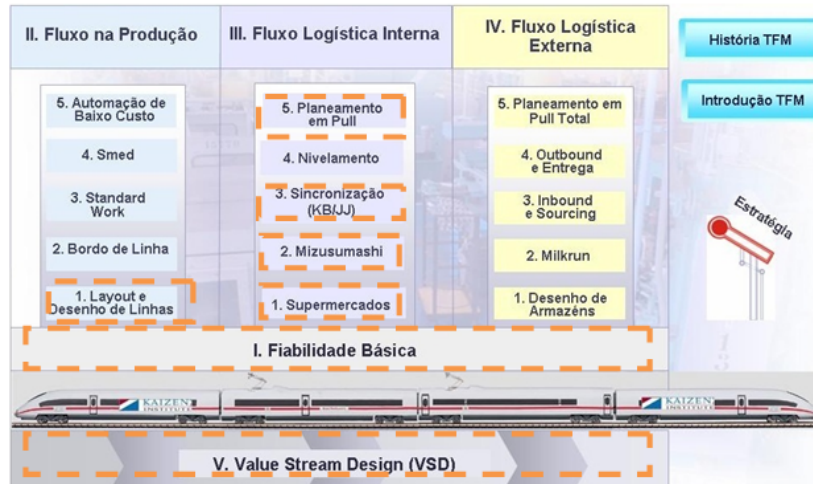


Ilustração 2.4 – Modelo TFM

(fonte: Kaizen Institute, 2009b)

2.3.1. *Fiabilidade básica*

A dimensão de “Fiabilidade Básica” garante que as condições mínimas de trabalho estão reunidas. Para tal é preciso trabalhar ao nível dos 4M:

- *Mão-de-obra* – competências, formação, absentismo;
- *Material* – disponibilidade, proximidade com o local de uso;
- *Máquina* – minimizar avarias ou paragens não planeadas;
- *Método* – normalização, manutenção e gestão.

2.3.2. *Fluxo na produção*

Deste segundo ponto só o tema de *layout* e desenho de linhas será abordado. Este ponto é fulcral para o desenvolvimento desta tese. Assim, mais que apresentar alternativas de *layout* pretende-se reflectir sobre vantagens e desvantagens das mesmas.

2.3.2.1. *Layout e Desenho de Linhas*

A escolha do *layout* mais apropriado para cada caso depende de vários factores. Os mais usuais a considerar são: o tipo de produto fabricado e tipo de materiais a trabalhar; volume de produção; tipo de máquinas utilizadas; movimentações necessárias; stock em curso; serviço a prestar; tipo de construção da fábrica; espaço disponível/necessário; perspectivas de futuro ao nível do mercado e da empresa, entre outros. Assim serão estudados os principais tipos de *layout*, embora seja certo que na indústria apareçam muitas derivações e mesmo algumas soluções híbridas. Serão abordados 4 tipos de *layout*:

- Físico posicional ou fixo
- Funcional ou por processo
- Por produto ou em linha
- *Group technology*

Layout Físico posicional

Utiliza-se quando o produto a trabalhar é consideravelmente grande ou pesado para ser movido (hidroelétricas, aviões, grandes transformadores de tensão, navios, etc) ou está em estado muito delicado para ser deslocado (ex: cirurgia de coração aberto onde o paciente não pode ser movido). O produto fica parado, a movimentação é feita pelos recursos. A eficácia está muito dependente da calendarização da produção e das condições de acesso ao local de trabalho. Caracteriza-se pela utilização de grandes áreas e pela grande componente logística ao nível de transporte (ver ilustração 2.5).



Ilustração 2.5 – Exemplo layout fixo

(fonte: Escola Politécnica Departamento de Engenharia da Produção, 2005)

Segundo Olivério (1985) este tipo de *layout* permite elevar a habilidade dos operários produzindo um conhecimento completo do trabalho, o operário identifica-se com o produto, aumentando o seu orgulho profissional pela sua maior participação e responsabilidade no produto final. Apresenta grande flexibilidade permitindo frequentes variações na produção. Apresenta ainda o mínimo investimento em *layout*.

Layout Funcional

Este é, em parte, o tipo de *layout* actualmente utilizado pela Amorim & Irmãos. Todos os artigos que não os calibres 45x24 e 49x24 utilizam este tipo de *layout*.

Genericamente, é usado quando se pretende agrupar postos de trabalho ou departamentos de acordo com a função (ver ilustração 2.6). Tem como principais objectivos: minimizar os custos unitários de produção; maximizar utilização de pessoas e sobretudo equipamento. Caracteriza-se por: mão-de-obra especializada, focada numa só actividade; máquinas do mesmo tipo agrupadas; flexibilidade para troca de produtos; equipamentos não dedicados; criação de sistema de lote.



Ilustração 2.6 – Exemplo layout funcional

(fonte: Escola Politécnica Departamento de Engenharia da Produção, 2005)

Segundo Moore (1962) o *layout* funcional apresenta ainda as seguintes características: muitos tipos de produtos, ou produção sob encomenda; pequeno volume de produção e em lotes (embora a produção total possa ser elevada). Contudo, e segundo o mesmo autor, apresenta como limitações a impossibilidade de aferir adequadamente tempos e movimentações e dificuldade de balancear operações.

Olivério (1985) por outro lado ressalta uma supervisão mais eficiente e mais técnica, um melhor controlo de processos complicados onde é necessária forte inspecção e a facilidade de contornar avarias, transferindo trabalho de um posto para outro.

Layout Por Produto

Neste tipo de *layout* os recursos produtivos encontram-se localizados em linha tentando maximizar o fluxo de produção (ver ilustração 2.7). Os fluxos de materiais e de informação são claros e calculáveis, facilitando o controlo. Caracteriza-se por: máquinas por vezes paradas, tarefas especializadas e pequeno número de setups. É usado quando existe: grandes volumes de produção durante um considerável período de tempo; produto relativamente padronizado e procura estável. Contudo este tipo de *layout* apresenta pouca flexibilidade, elevada dependência entre operações e só funciona quando existe possibilidade de balancear operações.



Ilustração 2.7 – Exemplo *layout* por produto

(fonte: Escola Politécnica Departamento de Engenharia da Produção, 2005)

Olivério (1985) acrescenta ainda algumas vantagens: nomeadamente a possibilidade de premiar grupo ou linha, a menor área por unidade de produção; assim como uma maior simplicidade de controlo de produção.

Group technology

Este é um *layout* intermediário entre o funcional e o em linha. Como tal, pode estar mais num extremo ou noutro tentando beber as vantagens de ambos. Segundo Miranda (1993), dentro do *layout group technology* pode haver uma subdivisão como exemplificado na ilustração 2.8.



Ilustração 2.8 – Divisão *layout* Group technology

Centro GT

Continua a haver localização funcional dos equipamentos, contudo existe dedicação de equipamentos a famílias de produtos. É de notar que na Amorim & Irmãos os calibres 45x24 e 49x24 usam este tipo de *layout*.

Layout em Célula

A célula pode ser entendida como sendo vários postos de trabalho distintos proximamente localizados. Esta produz pequenos lotes de componentes, agrupados em famílias (similaridade de formas, dimensões ou processos) privilegiando o fluxo de materiais. Tem como vantagens a orientação ao fluxo, a melhoria das relações entre pessoas, melhoria das competências dos operadores e minimização de setups.



Ilustração 2.9 – Exemplo layout em célula

(fonte: Escola Politécnica Departamento de Engenharia da Produção, 2005)

Linha GT

Existe design de linha, e não em célula, contudo são processados vários produtos diferentes ao contrário do layout em linha onde só um tipo de produtos é trabalhado.

Expostos os quatro tipos de layout faz agora sentido compara-los. O layout posicional é um caso particular que depende de factores muitas vezes não controláveis, por esse motivo será excluído da comparação. A tabela 2.1 resume ao nível de várias categorias o comportamento de cada um dos três outros tipos de layout. A escolha entre um dos vários tipos está dependente da ponderação de todos estes pontos.

Tabela 2.1 – Comparação entre os diferentes tipos de layout

Factores:	Layout funcional	Layout em célula	Layout em linha
Flexibilidade	Elevada: facilmente são alteradas as percentagens de produção.	Média.	Reduzida: alterar quantidades de produção significa muitas vezes ter de refazer o layout.
Mão-de-obra	Especialização	Maior facilidade em formar pessoas com valências múltiplas.	Possível análise ao grupo
Gestão	Complexa: A sequência de operações pelas quais o produto passa não é, maior parte das vezes, clara. Assim existe uma dificuldade acrescida de coordenação o que pode obrigar a registar as operações já realizadas.	Possibilidade de descentralizar. Implementação simples de sistema Kanban ¹¹ .	Facilidade de controlo e de passar informação; fácil análise de desempenho.

¹¹ Kanban: Palavra japonesa que significa cartão. É habitualmente utilizado para fluxo de informação (por exemplo para originar uma ordem de produção).

Equipamento	Pouca duplicação de equipamentos e consequentemente menores investimentos; manutenção especializada.	Meio-termo entre os dois outros tipos de <i>layout</i> pela partilha ao nível de várias famílias.	Pode levar a um número de equipamentos muito superior àqueles usados em <i>layout</i> funcional.
Work in process (WIP)¹²	Elevado: O sistema de lote origina grandes acumulações de stock antes que as peças possam ser recebidas pela operação seguinte.	Muito baixo: O fluxo unitário permite reduzir substancialmente o WIP.	Muito baixo: Como o fluxo é unitário e os processos encontram-se integrados é evitado o lote à espera de processamento.
Lead Time	Elevado: tempo perdido em sistema de lote, transportes, stocagem e processamento de informação.	Baixo: a redução de WIP e a facilidade de gestão de informação reduzem <i>lead time</i> .	Baixo: a redução de WIP e a facilidade de gestão de informação reduzem <i>lead time</i> .
Utilização de espaço	Elevada: o próprio arranjo funcional e as elevadas quantidade de WIP.	Média-baixa: a redução de WIP faz reduzir o espaço utilizado. Contudo continua a ser maior que no <i>layout</i> em linha o que decorre da própria disposição.	Baixa: operações integradas e redução do WIP.
Lead Time de Detecção de Problemas de Qualidade	Elevado: geralmente o controlo de qualidade é feito ao lote quando este já está acabado. Assim, muitas peças serão produzidas antes da detecção do problema.	Baixo: o fluxo unitário permite uma detecção imediata e consequentemente uma paragem do processo.	Baixo: o fluxo unitário permite uma detecção imediata e consequentemente uma paragem do processo.
Necessidade de Movimentação de Material	Elevada: a distância entre áreas de produção obriga ao transporte de material sedo assim necessárias mais pessoas e mais meios de movimentação disponíveis.	Baixo: o trabalho em fluxo exclui a necessidade de movimentação na célula.	Muito baixa: geralmente os processos encontram-se integrados assim o transporte é consequência da própria operação eliminando grande fatia da componente logística.

Metodologia de construção de *layout*

Depois de conhecidos os principais tipos de *layout* e as aplicações de cada um, faz sentido tentar encontrar uma forma normalizada de abordagem ao problema de desenho de *layout*. Assim a ilustração 2.10 pretende representar a metodologia proposta. Seguidamente analisa-se cada um dos pontos de forma mais detalhada.

¹² WIP (Work in Process): material que se encontra entre processos ou a ser processado.

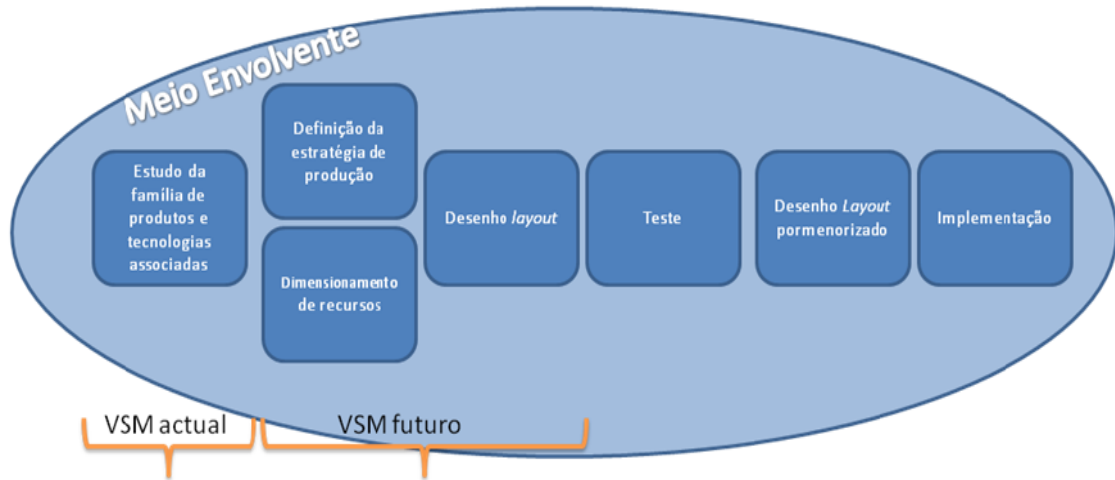


Ilustração 2.10 – Metodologia de desenvolvimento de *layout*

Meio Envolvente:

A análise deve começar por tudo que rodeia o processo de fabrico. Seja o objectivo do desenho de *layout* a reestruturação do existente, seja o dimensionamento de uma fábrica de raiz deve ser feito um estudo de mercado. Uma análise sócio-económico-cultural pode prevenir futuras falhas. Para tal técnicas como análise PEST ou 5 forças de Porter podem ajudar a conhecer a envolvente.

Estudo da família de produtos e tecnologias associadas:

Neste ponto é necessário definir o *mix* de produtos a trabalhar e entender quais as tecnologias associadas para a sua fabricação. Uma análise ABC por quantidade vendida, por frequência e por preço ajuda a estratificar as famílias de produtos e consequentemente a localizá-los na cadeia produtiva. Neste trabalho não foi realizada uma análise ao preço porque a variação nos preços dos vários produtos não é decisiva (os preços dos vários calibre oscilam em média entre 50€ e 150€ por milheiro). Contudo há indústrias onde um produto que seria A por estar nos 20% de produtos que representam 80% da quantidade de vendas e também o sendo ao nível da frequência, por ser um produto muito caro, pode ser classificado como C obrigando-o a ficar o mais atrás possível na cadeia produtiva onde os custos de produção ainda não se fizeram sentir.

Neste ponto deve reflectir-se sobre perguntas como:

- Qual é o volume e as dimensões do produto e do lote se necessário?
- Que tipos de equipamentos (espaço, número de operadores) são necessários para os produtos definidos? Existem alternativas?
- Qual a sequência de operações que levam ao realizar do produto?
- Qual o espaço necessário que cada máquina, com os seus operadores, ocupa para realizar o trabalho?

Caso se trate de refazer o *layout* e não do desenho de uma nova fábrica onde o processo não exista é nesta fase que deve ser desenhado o *VSM actual*. Mais à frente será feita uma discussão aprofundada sobre o tema.

Dimensionamento de recursos:

Nesta fase dever-se-á quantificar os recursos necessários. Surge em paralelo com a fase de definição da estratégia de planeamento porque estas são intrinsecamente dependentes.

Daqui deverá então resultar a quantificação do número de máquinas a usar e pessoas associadas. As pessoas envolvidas em operações de logística só serão analisadas mais à frente aquando do desenho de *layout*.

Definição da estratégia de produção:

Aqui será necessário definir claramente como queremos responder ao mercado. Questões como escolha de planeamento em *pull* vs. *push*, tempo de resposta ao cliente, localização de stocks, entre outras, deverão nesta fase ser abordadas.

Desenho layout:

O tipo de *layout* deve ser desenhado tendo em conta todas as questões levantadas anteriormente. Este deve responder o melhor possível às solicitações do mercado.

Deve ainda, e de forma muito geral, responder, sempre que possível, a certos princípios. São eles:

- *Integração* – Deve haver inter-ligação e dependência entre processos. A produtividade do conjunto será aferida pela produtividade do pior elemento. Assim aquando do desenho deve ser incutida a entreaajuda e não o isolamento. Os factores produtivos devem estar integrados o máximo possível, adaptados sempre à realidade de cada situação. Contudo nunca se poderá esquecer um outro princípio: o da flexibilidade.
- *Flexibilidade* – As necessidades de flexibilidade variam consoante a área em que se esteja a trabalhar, contudo certo é que o avanço tecnológico, clientes mais exigentes, concorrência mais intensa, entre outros, despoletam uma necessidade constante de adaptação a novas realidades. Mudanças de projecto, de meios produtivos, de especificações podem ser absorvidas por uma maior flexibilidade ao nível do desenho de *layout*. Este deve ser projectado para o panorama actual e para o futuro.
- *Balanceamento* – No seguimento dos dois anteriores princípios, encontra-se a necessidade de ter um *layout* ajustado, compassado, em que aquilo que um posto produz numa operação seja naturalmente absorvido por outra. Para estudar o balanceamento de operações há dois factores determinantes a ter em conta: máquinas e horas de trabalho. Se dois postos se encontram não balanceados, três medidas podem ser tomadas: aumentar o número de máquinas/operários do posto com menor cadência, aumentar o número de horas de trabalho do mesmo, ou ainda produzir à cadência do posto com menor cadência. A escolha do tipo de *layout* deve contemplar todos estes factores e ajustá-los da forma mais vantajosa, seja porque é a que representa menores custos seja porque é a que traz melhor serviço, entre outros factores.
- *Mínima distância* – Transporte é *muda*. A distância deve ser reduzida ao mínimo possível para evitar esforços inúteis, custos, confusões, deterioração de materiais etc.
- *Fluxo de operações* – Os 4M devem convergir: materiais, máquinas, mão-de-obra e método devem ser arrançados em fluxo contínuo e de acordo com o processo de produção. Devem ser minimizados cruzamentos, refluxos e interrupções.
- *Três dimensões* – É de notar que maior parte das vezes na indústria o desenho de *layout* é uma aplicação 2D. Nunca esquecer que este é, e deverá ser sempre, muito mais que uma folha de papel. A exequibilidade passa pelas 3 dimensões espaciais. Assim deve ser considerado o volume como uma das variáveis de entrada.

Para além destes princípios básicos devem ser aplicados todos aqueles que resultem na eliminação dos vários tipos de *muda*. Assim o resultado desta fase pode ser apresentado de diversas formas. As mais comuns são:

- Desenhos em *AutoCAD* – são fáceis de alterar, não necessitam de impressão, o que os torna dinâmicos.

- Desenhos manuais – a caírem em desuso pois são difíceis de executar, cada alteração obriga a refazer todo o desenho.
- Maquetas – é sem dúvida a alternativa que oferece melhor visualização, contudo é desvantajosa ao nível de tempo e custo.

Tal como indicado na figura 2.10 esta fase deve ser apoiada e baseada na realização de um VSM futuro. Mais à frente este tema será abordado com mais detalhe.

Teste:

Segue-se a fase de teste. Depois de definida a localização de cada um dos diversos factores produtivos é necessário testar. Para tal pode recorrer-se às mais diversas técnicas de simulação, ou mesmo construção de um protótipo e teste do mesmo. Esta última alternativa pode representar um custo elevado dependendo da situação. Quando o desenho de *layout* é de uma linha produtiva em que o factor produtivo é maioritariamente humano, será mais fácil testar por este método.

Desenho layout pormenorizado:

Depois é necessário elaborar o *layout* mais ao detalhe. Todas as instalações que não estão directamente ligadas com o processo produtivo só nesta fase deverão ser alocadas.

Implementação:

Por último a fase de implementação. Só se parte para esta fase quando todas as questões levantadas tiverem resposta. Depois do comprometimento com a solução desenhada, é só passá-la para o terreno.

Em suma, apresenta-se aqui uma forma normalizada de abordar o desenho de *layout*. Contudo esta não deve ser estanque, inviolável e unidireccional. O processo pode obrigar a iterações e a reformulações. Assim, sempre que necessário tudo que está para trás deve ser posto em causa e alterado quando fundamentado. Quanto mais cedo as alternativas forem estudadas menores serão os custos de alteração.

2.3.3. Fluxo na logística interna

Abordado o principal ponto referente aos fluxos na produção no qual esta tese assenta, abre-se agora o campo de visibilidade para a logística. A logística interna é um ponto fulcral na criação de fluxo. Questões como a forma de planeamento e todos os mecanismos associados estão intrinsecamente ligadas ao desenho de *layout*. A criação de fluxo produtivo, tanto de materiais como de informação, deverá derivar de ambos os vectores. Assim, passo a passo, serão descritos e analisados os conceitos básicos de criação de fluxo ao nível da logística.

2.3.3.1. Supermercados

O termo supermercado deriva dos vulgares centros de distribuição onde se compra os alimentos para o dia-a-dia. A ideologia é muito semelhante: cada produto está na sua localização fixa, com fácil acesso (geralmente ao nível do chão), existe gestão visual a facilitar a operatividade e existe um sistema de reposição em *FIFO*¹³.

¹³ *FIFO (First In First Out)*: sistema de reposição em que o primeiro item a chegar será o primeiro a ser consumido.

Muitas vezes na indústria o conceito de supermercado é confundido com uma simples zona de armazenamento de stock. Mas existem diferenças substanciais. A principal prende-se com o facto de o supermercado estipular níveis máximos de stock e níveis de reposição. Isto é, o conceito está intrinsecamente ligado ao sistema de planeamento em *pull* por *kanban*. Logo, quando o stock de uma referência atinge o nível de reposição estipulado pelo supermercado existe um *kanban* que despoleta a produção dessa mesma referência.

Monden (1983) já em 1983 definiu uma equação para determinar o nível de reposição (ver equação 2.1). Assim o nível de reposição para cada referência i é produto da procura média pelo *lead time* de reposição, ao qual se acrescenta um factor de segurança.

$$NR_i = (\text{Procura média}_i * \text{lead time de reposição}_i) * Cs_i \quad (2.1)$$

Onde,

Cs_i : coeficiente de segurança de uma referência particular i .

Este Cs pode incorporar o factor de segurança interno (variações do OEE) e externo (para erros de previsão, variações de *lead time* de fornecedores ou mesmo picos de procura).

Idealmente um supermercado não deveria existir, pois se este representa material parado é um *muda*, contudo a sua criação permite absorver variações da procura e reduzir *lead time* de resposta ao cliente.

2.3.3.2. Mizusumashi

O segundo elemento de melhoria da logística interna é o *mizusumashi*. Este é o operador logístico que é responsável por movimentar materiais e informação em toda a fábrica.

A presente tese reflecte também, a nível prático, sobre a implementação de um *mizusumashi*. Como em muitas fábricas, a Amorim & Irmãos utilizava um sistema logístico não normalizado: o empilhador. A figura 2.11 pretende comparar esquematicamente os dois tipos de operadores.

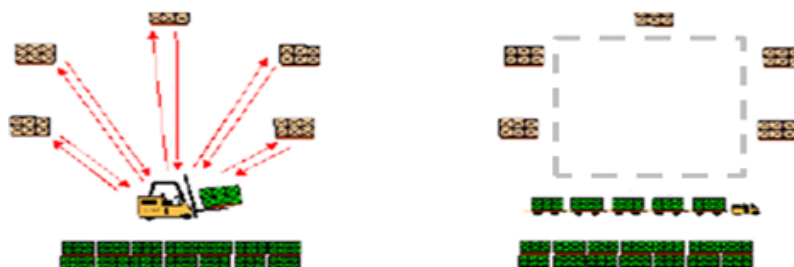


Ilustração 2.11 – Comparação entre empilhador e *mizusumashi*

(fonte: Coimbra, 2009)

Coimbra (2009) compara um empilhador a um táxi. O táxi desloca-se assim que é chamado, para onde é chamado e tem uma capacidade de transporte muito pequena. Já o *mizusumashi* pode ser comparado a um metro que passa em cada estação num tempo estabelecido e carrega o que estiver pronto a ser transportado. Os metros marcam o horário de movimentação, os táxis transportam em função das necessidades. Assim o *mizusumashi* para além de transportar material, marca uma cadência produtiva.

Coimbra (2009) lembra ainda algumas desvantagens do empilhador como sendo: custo elevado do equipamento, dificuldade de operatividade, baixa produtividade, entre outros. Por outro lado, aponta como vantagens para *mizusumashi*: o trabalho normalizado, a alta produtividade e o facto de, para além de movimentar material, movimentar informação.

2.3.3.3. Sincronização (Kanban)

Outro mecanismo para estimular o fluxo na logística interna é a sincronização. Neste ponto só será estudado o sistema de *kanban* porque também no caso de estudo apresentado a sincronização por *junjo* (JJ) não é utilizada.

Segundo *Productivity Press Development Team* (2002) o objectivo principal do *kanban* é eliminar o *muda* de produção em excesso. O *Kanban* ajuda a produzir apenas o que é necessário quando é necessário, revela o processo *Bottleneck* e cria ritmo na produção.

Como referido anteriormente o conceito de *kanban* e supermercado estão intimamente ligados. A ilustração 2.12 pretende representar o nível de stock num supermercado com o passar do tempo. Logo, quando o nível de stock atinge o nível de reposição (ou reaprovisionamento) o *kanban* deixa o supermercado e vai despoletar a produção no processo respectivo. Assim, o nível de reposição deve corresponder ao stock necessário para satisfazer a procura no *lead time* de reposição (equação 2.1), que corresponde ao tempo que o *kanban* demora até chegar novamente ao supermercado com o produto pedido.

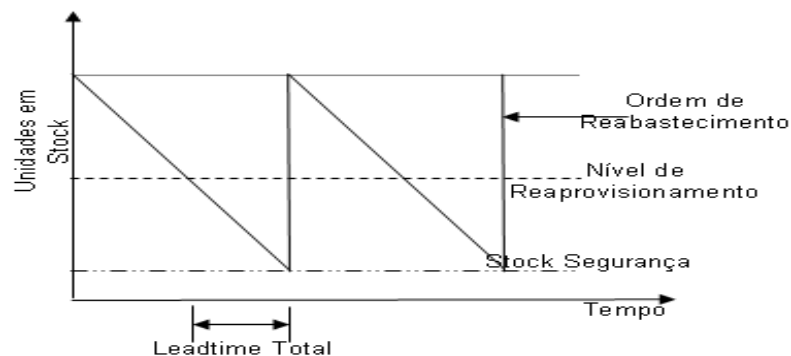


Ilustração 2.12 – Comportamento do nível de stock em supermercado com o tempo

(fonte: Kaizen Institute, 2009a)

2.3.3.4. Planeamento em Pull

A forma de planeamento em *pull* surgiu como alternativa ao tradicional planeamento em *push*. Em *pull* o material não se move até que a operação seguinte esteja pronta para o receber, já em *push* o material move-se assim que é terminado em dada operação (Baudin, 2004). No modelo *push*, geralmente associado a *MRP*¹⁴, deverá existir um plano mestre que despoleta aquilo que deve ser efectivamente produzido (necessidades internas ou externas) com base em previsões. O material é então empurrado ao longo da cadeia (ver ilustração 2.13).



Ilustração 2.13 – Modelo *push*

¹⁴ *MRP*: Material Requirement Planning - Planeamento das necessidades de material.

O sistema *push* caracteriza-se por grandes lotes, *lead times* longos, fluxo de material lento e de informação reduzido, uso de software standard e incerteza quanto às previsões.

No modelo *pull* é o consumo do cliente que despoleta a ordem de produção. Assim, esta só existe quando é necessária. O *pull* apresenta as vantagens de ser menos dependente de previsões¹⁵, ter um fluxo de informação simplificado e de material em pequenos lotes e por consequência mais rápido, e ser um incentivo à criação de fluxo. Na ilustração 2.14 esquematiza-se, de maneira geral, a forma de funcionamento de uma fábrica em *pull*.

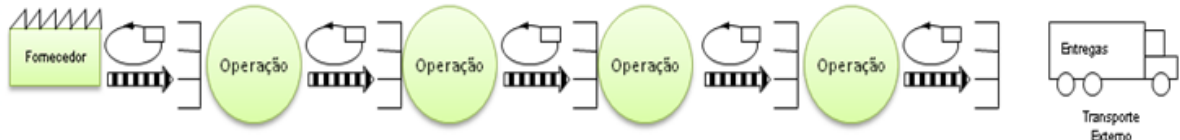


Ilustração 2.14 – Modelo *pull* geral

O tipo de estrutura em *pull* depende, em grande parte, da indústria onde se opera. Factores como o *lead time*, o tempo de entrega pedido pelo cliente e o nível de serviço influenciam o posicionamento dos supermercados presentes na ilustração 2.14.

Num sistema *pull* ideal não existem supermercados, todas as operações devem estar integradas e o que sai de uma operação será consequentemente aceite pela seguinte. Então, a incorporação de um supermercado serve unicamente para reduzir o *lead time* e assim melhorar o serviço ao cliente.

Como derivação desta variável uma decisão importante a tomar no planeamento é se a fábrica trabalha em *MTS*¹⁶ ou *MTO*¹⁷ para cada referência. Uma análise ABC (ou análise de Pareto) é fundamental para tal decisão.

Três vertentes devem ser tidas em conta na classificação ABC: o valor do produto, a frequência e a quantidade de venda. Devem ser feitas três análises distintas que depois deverão ser cruzadas. Daí que, produtos que comparativamente tenham um valor muito elevado devam ser classificados como C e estar o mais atrás possível na cadeia para reduzir os índices de capital investido. Do mesmo modo, artigos com frequência de venda muito baixa devem ser também classificados como C. Produtos que sejam pouco vendidos em quantidade também devem ser C. Como consequência estes produtos terão tempos de entrega ao cliente mais elevados. A tabela 2.2 pretende complementar a informação.

Tabela 2.2 – Análise ABC

A	80% do volume ponderado pelo valor, frequência e quantidade de consumo
B	15% do volume ponderado pelo valor, frequência e quantidade de consumo
C	5% do volume ponderado pelo valor, frequência e quantidade de consumo

Assim geralmente produtos classificados como A são *MTS* e produtos classificados como C são *MTO*. Os produtos classificados como B tanto podem ser *MTS* como *MTO* depende do tipo de indústria.

¹⁵ Notar que o nível de reposição do supermercado abordado no ponto 2.3.3.1 de produto acabado é calculado com base no histórico, logo se este supermercado existir o sistema também incorpora um factor previsional contudo menos intenso

¹⁶ *MTS* (Make-to-Stock): produzir para stock de produto acabado no caso de planeamento em *pull* significa produzir para supermercado de produto acabado.

¹⁷ *MTO*: (Make-to-Order): produzir para o pedido firme do cliente.

2.3.4. Value Stream design (VSD)

Value Stream Design (VSD) ou mais vulgarmente conhecido como *Value Stream Mapping (VSM)* é uma maneira gráfica de analisar onde o valor é ou não acrescentado ao produto enquanto este atravessa todo o conjunto de processos desde o consumidor até ao fornecedor.

Dá uma forma expedita de visualização da cadeia de valor, composta pelos fluxos de material e informação. Ajuda a visualizar não só processos individuais, mas o fluxo que por eles atravessa; para além dos desperdícios, ajuda a identificar as fontes desses mesmos desperdícios; fornece uma linguagem normalizada para tratar processos produtivos; torna visíveis as decisões relativas ao fluxo de modo que possam ser discutidas e trabalhadas.

A meta que se pretende alcançar com o *Value Stream Mapping* é a obtenção de um fluxo contínuo, orientado pelas necessidades dos clientes, desde a matéria-prima até ao produto final, isto é, construir uma representação da cadeia de produção onde os processos individuais estejam ligados aos seus clientes por meio de um fluxo, tendo em conta que se deve aproximar cada processo de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam (planeamento em *pull*). “Tudo agora é “puxado” pelo cliente e não “empurrado” pela empresa” (Shank, 2000).

Para implementar esta análise e recolher frutos da sua interpretação há quatro pontos-chave pelos quais se deve passar (Rother e Shook, 1998):

- Selecção da família de produtos – antes de se proceder à realização do VSM é essencial escolher a família de produtos que se vai analisar, pois se houver muitos produtos e forem todos escolhidos o VSM deixa de ser fácil de interpretar, logo perde grande parte da sua potencialidade.
- Realização do VSM actual – depois da identificação das famílias de produtos deve realizar-se o VSM de como a fábrica está neste momento.
- Realização do VSM futuro – depois do VSM actual segue-se o futuro, isto é, como queremos que a fábrica passe a operar. Tenta-se neste passo eliminar todos os desperdícios identificados no ponto anterior.
- Plano de melhorias – este plano tenta fazer a transição do estado actual para o estado futuro, ou seja é um conjunto de medidas que visa atingir todos os pontos negativos identificados.

Assim o VSM pode e deve ser uma ferramenta de comunicação, de planeamento e um meio de gestão da mudança.

2.3.4.1. Mapa de estado actual

Para chegar ao estado futuro, àquilo que se pretende implementar, é necessário começar por uma análise da situação actual. Assim, a primeira visão que se deve ter do mapa de valor é aquela que diz respeito ao cliente. É fulcral começar por entender a definição de valor do produto na óptica do consumidor. Se tal não for feito, corre-se o risco de obter melhorias mas em algo que não é aquilo que o consumidor realmente deseja. É importante notar que o fluxo de material deve ser desenhado de acordo com a sequência dos processos e não de acordo com o *layout* físico da fábrica.

Em seguida devem ser representados os processos básicos de produção tirando indicadores como tempos de ciclo, tempo de *setup*, lote, entre outros. Posteriormente devem ser registados os pontos de stock e respectivas quantidades.

Uma terceira visão do mapa de estado actual pode ser montada, agora com o fluxo de materiais.

Seguidamente surge a necessidade de juntar o fluxo de informação. Esta informação não deve ser só a formalizada mas também os processos informais que se verifiquem no *gemba*. Devem ser também adicionadas setas que indiquem fluxos em *push*, aqueles que não resultam de pedidos feitos pelo cliente directo (próxima operação) mas sim significam que o processo produz independentemente das reais necessidades do cliente.

Em seguida deve ser criada uma linha temporal onde se registará o *lead time* de cada operação e das zonas de stock que forem identificadas.

2.3.4.2. Mapa de estado futuro

Antes de desenhar o estado futuro há certos parâmetros que devem ser tidos em conta. Assim, primeiramente há que calcular qual o *takt time*. O *takt time* é o espaço de tempo no qual uma unidade de produto deve ser fabricada para responder à procura do cliente num determinado período (Black, 1991).

Depois é necessário definir claramente se a produção irá ser feita para supermercado de produto acabado ou directamente para expedição. Em seguida, tentar encontrar zonas onde o fluxo pode ser feito em contínuo, isto é, integrar operações; definir a localização de supermercados ao longo da cadeia para controlar a produção dos processos precedentes. É também necessário encontrar o ponto de programação (onde serão introduzidas as ordens) e definir como será nivelado o *mix* de produção no mesmo. Por fim, tentar entender quais as melhorias necessárias para atingir as especificações do projecto no estado futuro (Rother e Shook, 1998).

Abordando agora a temática de desenho do mapa de estado futuro, este na sua primeira visão deverá abordar os 3 primeiros pontos acima referidos, isto é, *takt time*, o supermercado de produto acabado (se for o caso) e as zonas de fluxo contínuo. Na visão seguinte já deve ser possível ver os supermercados intermédios. Posto isto, e acrescentando os restante pontos acima abordados ficará pronto o mapa de estado futuro.

2.4. Resumo

Neste capítulo foram apresentados todos os conceitos teóricos que irão ser postos em prática ao longo da presente tese. É de referir que o modelo *KMS* serve de base estruturante ao desenvolvimento do raciocínio em todas as rubricas que aborda, contudo só os pontos de carácter mais relevante para a tese foram analisados ao pormenor.

Assim destaca-se a metodologia standard apresentada. Desde o estudo do meio envolvente realizado já no capítulo 1 aquando da análise de mercado, o estudo da família de produtos com a análise da situação actual, o dimensionamento de recursos em paralelo com a definição da estratégia de produção até à fase de desenho de *layout* culminando depois com as fases de teste, desenho pormenorizado e posteriormente com a implementação (ponto não abordado nesta tese).

Para além disso, salienta-se a comparação entre diferentes tipos de *layout* (orientado ao produto vs orientado pelo processo) e sistemas de planeamento (*pull vs push*), temas a serem explorados ao longo da tese na aplicação prática ao caso da Amorim & Irmãos.

3. Situação inicial

3.1. Introdução

Abordadas questões mais teóricas, será interessante analisar a prática. Depois de entender o mercado, vale a pena olhar internamente. Assim, o processo produtivo da Amorim & Irmãos assenta em vários fluxos de materiais. Como já foi referido anteriormente durante a introdução, existem três tipos de fluxos de entrada para as rolhas naturais: o dos fardos de cortiça, o de raça e o de rolhas compradas. Para as rolhas colmatadas existe o fluxo de rolhas naturais que são rejeitadas e passam a integrar o processo de colmatagem e o fluxo de rolhas compradas para colmatagem. Para além disso, existe ainda o fluxo de reprocessamento (diminuir o calibre da rolha para tentar aumentar a qualidade) para as rolhas naturais. Então, para melhor entender os vários tipos de fluxos, este capítulo começa por expor a situação actual através da apresentação de um *VSM* onde, para além do fluxo de materiais, se expõe o fluxo de informação. Seguidamente o processo é abordado. Cada operação que está envolvida na fabricação de uma rolha é apresentada não só do ponto de vista meramente descritivo, mas também fazendo uma análise aos problemas detectados. Por último, será feito um estudo à situação actual. Partindo do *VSM* e com base nas especificidades do processo produtivo pretende-se estabelecer premissas que construam a base da solução proposta.

3.2. Value Stream Mapping actual

O fluxo de rolhas naturais e o de rolhas colmatadas encontra-se apresentado no *VSM* (ver ilustração 3.1). Este último fluxo tem a particularidade de em parte derivar do primeiro, porque rolhas naturais de menor qualidade vão para a colmatagem. Por outro lado, também são compradas rolhas destinadas à colmatagem. Para além disso, é também apresentado o fluxo de informação.

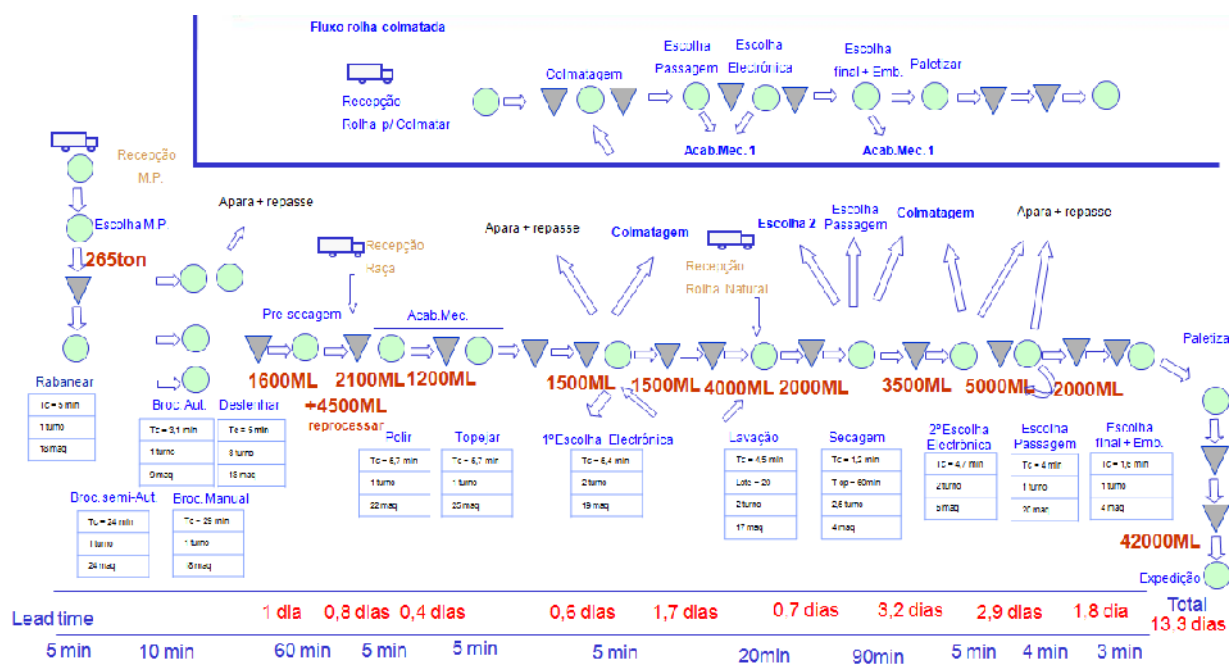


Ilustração 3.1 – VSM actual

3.3. O processo produtivo passo a passo

Depois de entendida a sequência produtiva, é agora discutido o processo em cada uma das suas operações. Para além do explanar do processo estuda-se também os vários tipos de problemas detectados para os poder corrigir na visão futura. Em anexo apresenta-se uma análise mais detalhada com as oportunidades de melhoria (ver anexo C).

3.3.1. Seleccção

Para os fardos de cortiça tudo começa na operação de selecção. Assim, depois de ser feita a recepção, a cortiça é escolhida e novamente paletizada. Esta escolha pretende dividir os fardos consoante características como sendo a qualidade e a espessura dos mesmos.

3.3.2. Rabanear

Esta operação consiste em cortar os fardos de cortiça para que possam depois ser passados nas brocas. Um operador passa o fardo pela serra e empurra para o processo seguinte.

3.3.3. *Brocas*

Aqui os fardos já cortados são transformados em raça. Existe três tipos de brocas: broca a pedal (ou manual); broca semi-automática; e broca automática. Apresentando algumas especificidades: a broca automática tem uma cadência de produção bastante mais elevada e necessita de menos operadores, contudo obriga a mais uma operação – deslenhar (ver ponto 3.3.4) – porque o furo não é tão preciso podendo ficar a raça com lenha; já as brocas manuais e semi-automáticas necessitam de mais operadores e funcionam com uma menor cadência. Para este tipo de brocas estão destinados fardos específicos (com menor espessura). A raça que sai das brocas semi-automáticas e manuais é então despejada para sacos de rede. Sacos de rede pois na operação seguinte, pré-secagem, o ar pode passar melhor pelas rolhas.

Relativamente a esta operação é ainda interessante salientar a existência de um sistema integrado que tritura a apara resultante dos furos das brocas nos fardos de cortiça. Este granulado é vendido para a fabricação de aglomerados, com o volume bastante reduzido quando comparado com o da apara que sai das brocas.

3.3.4. Deslenhar

Esta operação consiste em seleccionar a raça excluindo a que ficou mal cortada após ter passado na broca automática (estes restos são designados de apara e serão vendidos).

3.3.5. Pré-secagem

A pré-secagem consiste em aquecer as rolhas durante um determinado tempo para libertarem humidade que possam conter.

3.3.6. Acabamentos mecânicos (AM): Polir

Existem duas zonas geograficamente distintas de acabamentos mecânicos com as mesmas duas operações. A primeira operação é polir (ou ponçar) onde o corpo cilíndrico é trabalhado para que a rolha fique com o diâmetro pretendido.

3.3.7. Acabamentos mecânicos (AM): Topejar

Esta operação é parecida com a anterior mas desta vez trabalha-se as cabeças da rolha (redução de altura). As operações de acabamentos mecânicos resumem-se a um desbaste na rolha. Assim, como é natural, libertam uma quantidade muito grande de pó de cortiça. Então, associado ao equipamento dos acabamentos mecânicos existe um sistema de desempoeiramento que extrai grande parte do pó.

3.3.8. Primeira Escolha Electrónica (1EE)

É nesta fase do processo que as rolhas deixam de estar na condição de raça e são abertas em quatro classes de produção. Em que AA é a de melhor qualidade e C a de pior. Para além disso é ainda retirada apara e rolhas para repassar (ver ilustração 3.2). Esta divisão depende muito da qualidade dos fardos de cortiça que são incorporados. Assim, apesar de o processo não seguir uma distribuição estatística conhecida de tal forma que possa ser controlável, a incorporação de fardos de melhor qualidade naturalmente resultará em rolhas de maior classe.

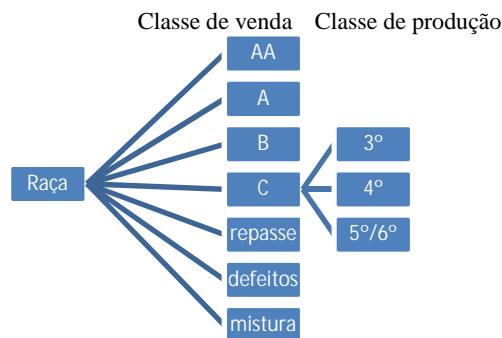


Ilustração 3.2 – Separação feita na primeira escolha electrónica

As rolhas C são novamente passadas nas máquinas de 1EE, o que resulta em nova classificação, agora em classes de venda. Grande parte destas vai ainda para colmatagem visto apresentarem uma qualidade muito baixa (100% das 5º/6ª, 100% das 4º, e cerca de 50% das 3º). As restantes classes continuam o processo em seguida apresentado. Em anexo encontra-se a percentagem de desdobramento para cada classe dos calibres 49x24 e 45x24 (lembrar que representam 80% das vendas) calculada pela média dos últimos 3 anos (ver anexo D).

3.3.9. Lavação

Nesta fase as rolhas são lavadas. Todas as rolhas passam por este processo, podem é fazê-lo em fases diferentes do processo produtivo. Por exemplo, as rolhas C primeiro são abertas em

classes de venda e só depois é que são lavadas. No caso das rolhas AA pode haver necessidade de fazer a lavação posteriormente por existir uma escolha bastante diversa de tipo de lavação para esta classe em particular. Para as restantes classes este processo sucede a 1EE e antecede a secagem para posterior 2ª escolha electrónica. Como se irá ver mais à frente a 2EE tem por função abrir as classes de produção em classes de venda. Então a lavação é feita nesta fase para aumentar a classe das rolhas, isto é, se se considerar duas rolhas iguais uma lavada e seca e outra sem ter sido lavada, e passarem as duas pelas máquinas da 2EE a que foi lavada apresenta uma classe superior.

Existem diferentes tipos de lavação que variam de cliente para cliente sendo que a maioria dos casos é *clean 2000*. Esta funciona em sistema de lotes (lote médio de 20000 rolhas). Cada lavagem dura em média 90 min.

3.3.10. Secagem

A secagem é um processo directamente relacionado com a lavação. Todas as rolhas que são lavadas são posteriormente secas. Está em curso um plano para substituição das máquinas de secagem por outras que fazem um tratamento para além de secarem a rolha. A operação é denominada de “rosa”. Estas máquinas têm a particularidade de terem um tempo de processamento de quatro horas.

3.3.11. Segunda Escolha Electrónica (2EE)

Este processo consiste em abrir as classes de produção em classes de venda. Tal como na 1EE algumas rolhas são rejeitadas e outras voltam a passar. A ilustração 3.3 pretende representar o desdobramento ocorrido ao nível de classes de produção para classes de venda. Em anexo encontra-se as percentagens em que cada classe se desdobra (ver anexo D).

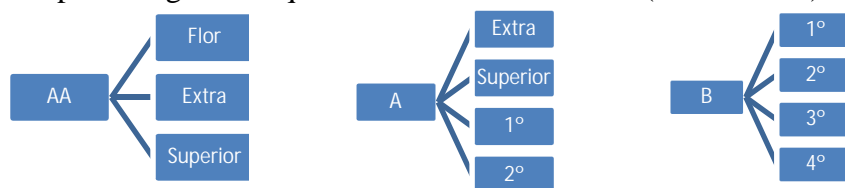


Ilustração 3.3 – Separação feita na segunda escolha electrónica

3.3.12. Escolha passagem (EP)

Nesta fase as rolhas são escolhidas mais uma vez. Esta escolha é feita por pessoas e consiste em confirmar a classe que a escolha electrónica tinha determinado ou em classificar as rolhas como classe mais baixa adjacente para serem novamente passadas pelo mesmo processo.

3.3.13. Controlo do processo

Às rolhas é feita então uma inspecção. Através do sistema de amostragem de lote e recorrendo à classificação feita por pessoas, com toda a subjectividade que daí advém, as rolhas são aprovadas ou rejeitadas.

3.3.14. Embalagem

A embalagem pode ser feita de dois modos distintos. Pelo simples tapete de embalar onde as rolhas são contadas e colocadas em sacos, ou com mais uma escolha manual e posterior embalagem. Esta não é uma escolha rolha a rolha mas sim uma escolha de lote.

3.3.15. Particularidades do processo

Genericamente o produto segue o processo apresentado anteriormente contudo existem algumas especificidades para certos calibres. Assim, os calibres 49x24 e 45x24, que representam 80% do volume de vendas seguem o processo tal como foi descrito. Para os restantes é apresentada uma tabela que resume as diferenças (ver tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Particularidades do fluxo

Calibre	Particularidade	Sequência
49x26 45x26	A lavação e secagem são feitas depois da 2EE.	Br – AM – 1EE – 2EE – lav – sec – EP – Emb
40x30 54x24	Não tem segunda escolha electrónica.	Br – AM – 1EE – lav – sec – EP – Emb
54x26	Tem uma escolha manual no final.	Br – AM – 1EE – 2EE – lav – sec – EP – Emb – Escolha manual

Relativamente ao fluxo de raça comprada e de fardos de cortiça foram apresentadas certas particularidades. Contudo estas também existem no fluxo de reprocessamentos. Desta vez incidem sobre os acabamentos mecânicos. Quando uma rolha é reprocessada, o mais natural é que não seja necessário trabalhar nas duas operações de acabamentos mecânicos. Um exemplo: o calibre 45x24 quando é reprocessado para o 38x24 não precisa da operação de polir, visto o diâmetro já ser 24.

Em suma, o processo apresenta os desperdícios típicos de uma empresa com um *layout* funcional. Na Amorim & Irmãos o problema é enfatizado pelo querer usar a gravidade como vantagem. Isto é, o subir as rolhas antes de cada operação para depois caírem por gravidade obriga grande parte das vezes a um elevado *muda* de transporte.

3.4. Análise da situação actual

Antes de mais, vale a pena tentar entender de onde vêm e como chegam à Amorim & Irmãos os vários tipos de matéria-prima. Como é possível ver no *VSM* (ilustração 3.1) existe três tipos de fluxos de entrada distintos: fardos de cortiça, raça comprada e rolhas compradas.

Os fardos de cortiça, são comprados a uma empresa do Grupo, a Amorim Florestal. Esta tem como principal actividade comprar cortiça aos produtores, recolhê-la das árvores e tratá-la já nas instalações fabris. A Amorim Florestal tem dois pólos situados no sul de Portugal: Coruche e Ponte de Sôr. A cortiça é então, depois de tratada, escolhida e paletizada transportada para a Amorim & Irmãos. Estes fardos como já foi referido anteriormente, podem ter como destino brocas automáticas por um lado, ou semi-automáticas e manuais por outro, assim as percentagens de entrega dos dois tipos de fardos são acordadas no início do ano e devem ser respeitadas independentemente das necessidades de produção.

No que diz respeito à raça comprada, esta provém especialmente do norte de África e é sujeita a um tratamento químico com o objectivo de eliminar impurezas. No ano transacto este fluxo representou cerca de 10% do volume de produção de fardos de cortiça.

As rolhas compradas provêm essencialmente de pequenos produtores da região, tendo um peso relevante no volume de vendas, actualmente cerca de 28%.

Para além destes três fluxos externos existem mais dois internos: o fluxo de reprocessamentos e o fluxo de colmatados. As rolhas colmatadas representam cerca de 45% do total vendido. Destas 70% são do calibre 45x24, 20% do calibre 38x24, 8% do calibre 49x24 os outros 2%

distribuem-se pelos restantes calibres. É ainda importante referir que cerca de 41% destas rolhas colmatadas são resultado de fluxos internos sendo os restantes 59% resultado de compras. Como pode ser visto pelo VSM situação inicial (ilustração 3.1) relativamente ao fluxo interno destinado à colmatagem este pode acontecer principalmente em três pontos. Na primeira escolha electrónica grande parte das rolhas de menor qualidade é logo identificada. Destas, algumas vão directamente para a colmatagem, outras seguem o processo até à secagem, sendo então encaminhadas para colmatar. Há ainda um terceiro grupo que não foi identificado como sendo destinado à colmatagem na primeira escolha electrónica mas que só o é na segunda (representam cerca de 20%).

Depois de abordados os reprocessamentos ao nível dos colmatados é interessante fazê-lo também para as rolhas naturais. Assim os refluxos podem ser divididos em dois: alteração de calibre ou alteração de classe.

A alteração de calibre é realizada nos acabamentos mecânicos e destina-se a tentar subir a qualidade da rolha por diminuição das dimensões. Qualquer uma das escolhas pode alimentar este tipo de refluxo. Em anexo (ver anexo E) apresenta-se uma tabela que resume o orçamento para 2009 ao nível dos fluxos de reprocessamentos por diminuição de calibre. De salientar que tais valores incluem também os reprocessamentos para colmatados. Já no que diz respeito ao fluxo de alteração de classe este acontece somente na escolha passagem, onde as rolhas podem ser classificadas com tendo a classe inferior, vendo-se assim obrigadas a nova escolha. Assim estes refluxos representam cerca de 10% (40 000 milheiros no ano de 2008) do fluxo de produção interno. Salienta-se ainda o fluxo de devoluções que representa 4% do volume de vendas (25 000 milheiros no ano de 2008), obrigando assim a nova passagem pelo processo de escolha. Por último, destaca-se a existência de clientes, que representam cerca de 4% do volume de vendas (25 000 milheiros no ano de 2008), que só comprem rolhas se forem passadas duas vezes, o que afere melhor especificidade à classe em questão. Seguidamente apresenta-se um esquema (ver ilustração 3.4) que pretende resumir e concluir sobre as quantidades de cada um dos fluxos que chegam do exterior.

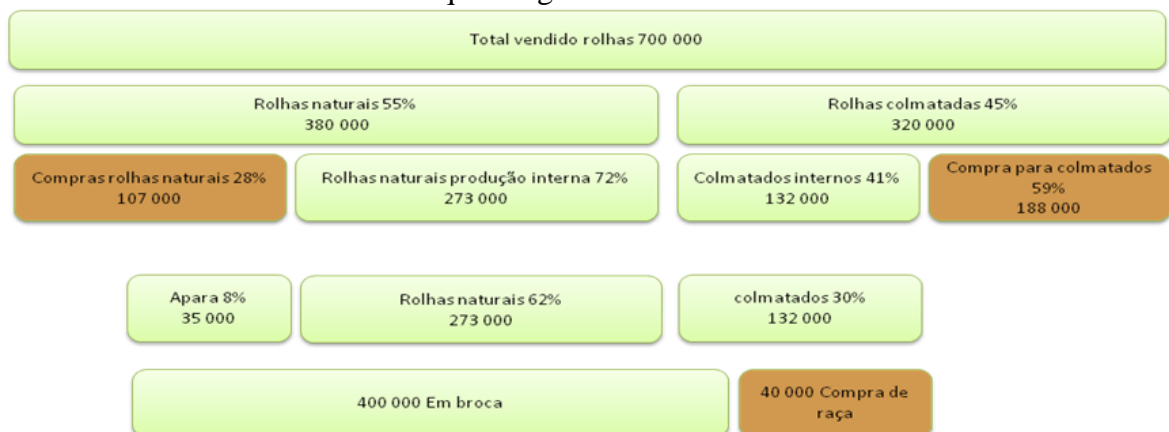


Ilustração 3.4 – Quantidades em milheiros de 2008 e valor percentual dos vários fluxos

Atendendo agora ao fluxo de informação constata-se que o sistema de gestão da Amorim & Irmãos é completamente *push*, isto é, todos os fluxos são empurrados ao longo do processo produtivo. Mesmo antes de entrar na fábrica, ao nível da cadeia como um todo, o fluxo é empurrado. Analisando o percurso de rolhas que são obtidas através de cortiça comprada à Amorim florestal, esta é enviada, consoante vai sendo extraída e trabalhada, segundo níveis estipulados no início de cada ano por sistema de previsões. Consequência deste tipo de gestão, existe um stock muito elevado de matéria-prima. Depois, e por sistema de lote, cada operação vai empurrando o material para a operação seguinte, dando origem aos elevados níveis de

WIP vistos na ilustração 3.1. Como não se produz para ordem firme o stock de produto acabado é também muito elevado.

Ao nível do planeamento é de referir que este é feito em função da matéria-prima contratada. Assim, actualmente, e deliberadamente, a Amorim & Irmãos encontra-se a produzir abaixo da procura. Como se pode ver pelo gráfico da ilustração 3.5, que compara o orçamento de 2009 de vendas e de produção, existe uma diferença que em alguns casos ultrapassa os 100%.

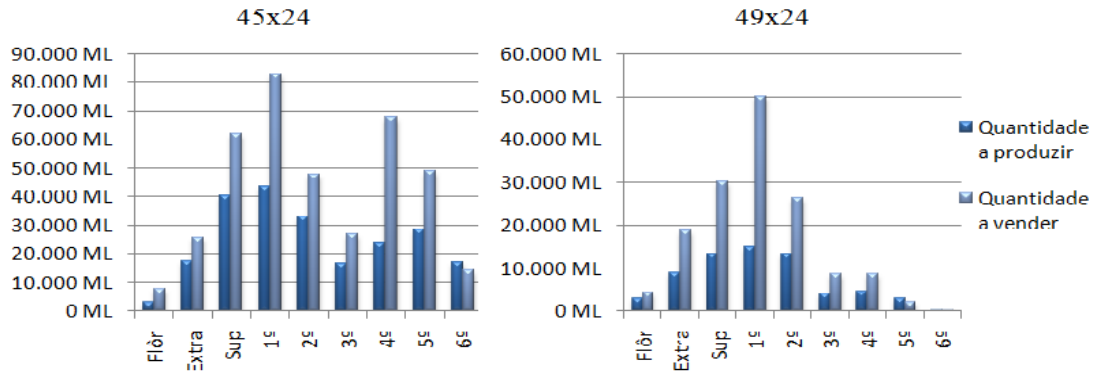


Ilustração 3.5 – Comparação entre vendas e produção

Essa diferença é colmatada pela compra de produto acabado a pequenos produtores locais. Com isto, tornar-se mais fácil o processo de planeamento, pois o nível de fabrico é constante e um pouco independente da procura real contudo, a margem para o produto derivado desta matéria é naturalmente mais reduzida.

No que diz respeito ao fluxo de materiais é interessante começar por analisar o *layout* actual (ver ilustração 3.6) e as implicações ao nível de transporte que daí advêm. Como é notório simplesmente pela figura, há muito *muda* de transporte devido à utilização de um *layout* funcional, amplificado pela distância entre sectores e pela não utilização de um transporte normalizado. No ponto 6 do presente relatório será abordada a questão de implementação de um *Mizusumashi* que minimize este problema. Em anexo apresenta-se um esquema detalhado com as movimentações que são necessárias operação a operação (ver anexo F).



Ilustração 3.6 – Layout actual

Atendendo agora ao *VSM* situação inicial, neste encontra-se a descrição para cada uma das operações do número de máquinas usadas actualmente, o número de turnos e o tempo de ciclo¹⁸ de cada operação. Falta então referir que actualmente a Amorim & Irmãos tem 315 trabalhadores directos. Em anexo (ver anexo G) encontra-se uma tabela que resume toda esta informação e detalha ao nível da produção, as pessoas alocadas a cada posto e aquelas envolvidas em operações de logística.

Por último, é de salientar os níveis de stock apresentados. Existe actualmente dentro da Amorim & Irmãos cerca de 80 milhões de rolhas naturais. Este nível de stock tem várias origens: a diferença de turnos referida anteriormente, opções de planeamento, ou por necessidade aquando do desdobramento, em qualquer uma das escolhas, de não continuar com uma dada classe por esta não ser necessária. É de salientar que 42 milhões, dos 80 milhões referidos, estão na zona de expedição. Em anexo (ver anexo H) apresenta-se os constituintes do stock da zona de expedição de uma forma detalhada.

3.5. Resumo

Este capítulo reflectiu sobre a forma muito específica de funcionamento da Amorim & Irmãos. Com base no *VSM* analisou a situação actual descrevendo o processo produtivo. Destaca-se a análise crítica baseada no modelo dos sete *muda*. Mostrou-se que esta é uma fábrica onde o potencial de melhoria é muito grande porque os desperdícios também o são. Salienta-se o transporte a que as rolhas estão sujeitas, os elevados níveis de stock, o muda de sobre-processamento em encher e coser sacos várias vezes, a elevação constante para despejar as rolhas nas moegas das máquinas e falta de coordenação das operações.

Relativamente à análise efectuada aos vários fluxos ficou patente a complexidade que os mesmos apresentam, em parte por derivarem uns dos outros, mas também pela respectiva percentagem estar muito dependente do mercado e da forma como a empresa negocia a vinda de cortiça seja por compra interna ou externa.

Mostrou-se também a forma de planeamento em *push* associada a um *layout* funcional. Destaca-se o trabalhar baseado em previsões com o planear da produção abaixo da procura e o empurrar constante de material quer ao longo da cadeia de abastecimento quer dentro da própria fábrica. Reflectiu-se sobre as consequências ao nível de stock, *lead time*, área e número de pessoas que advêm desta forma de operar.

Em suma, ficou patente pela descrição feita que esta é uma indústria com várias particularidades obrigando a solução a desenhar, a moldar-se a todas elas. Para além dos vários fluxos cruzados, esta indústria não apresenta grande normalização de processos. Salienta-se que no passado era bastante pior, onde cada classe podia chegar a dividir-se em sete classes distintas. O próprio processo de fabrico por si só é bastante peculiar. É de notar que são realizadas três ou quatro escolhas às rolhas.

No início desta tese um rio metaforizava a existência de stock e o conforto que este proporciona para gerir uma empresa escondendo os problemas. Este capítulo é exemplo disso mesmo. O não balanceamento é escondido por amontoados de stock que muitas vezes terminam em horas extra para serem processados.

¹⁸ *Tempo de ciclo*: tempo entre o final da produção de uma peça e o final da produção da seguinte.

4. Solução proposta

4.1. Introdução

Este capítulo pretende demonstrar a solução proposta para o caso em estudo. Assim, primeiramente será apresentado o *VSM* estado futuro, que por si só já permite ter uma visão alargada daquilo que se pensa ser a melhor solução para o caso. Em paralelo, e seguindo a metodologia apresentada no capítulo 2, será abordada a temática de dimensionamento de recursos (máquinas existentes, respectivos tempos de ciclo, modelo de funcionamento, etc.) assim como a estratégia de produção. Posteriormente a fase de desenho de *layout* começará por transpor a ideia desenvolvida para um terreno sem limitações de espaço. Por último, será estudada a possibilidade de enquadrar o *layout* na fábrica existente com as respectivas alterações que daí advêm onde várias hipóteses serão confrontadas.

4.2. Value Stream Mapping futuro

Do estudo realizado decorre que a Amorim & Irmãos apresenta famílias de produtos distintas. Assim o *VSM* futuro apresentado também se divide em dois. O primeiro pretende representar os fluxos de materiais e informação dos artigos 45x24 e 49x24, que representam as referências A (ver ilustração 4.1), o segundo mapa diz respeito às referências C e ao fluxo de reprocessamentos (ver ilustração 4.2). A família dos colmatados será unicamente abordada no que diz respeito à melhor localização para privilegiar o fluxo de produtos, contudo o sistema de funcionamento será idêntico ao actual.

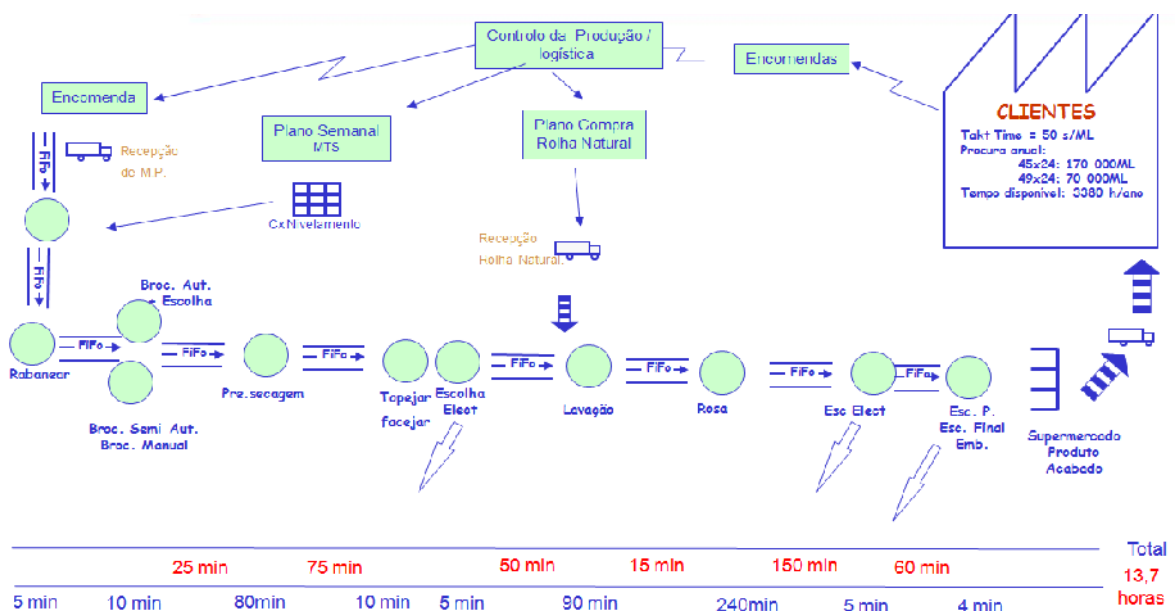


Ilustração 4.1 – VSM futuro referências A (calibres 45x24 e 49x24)

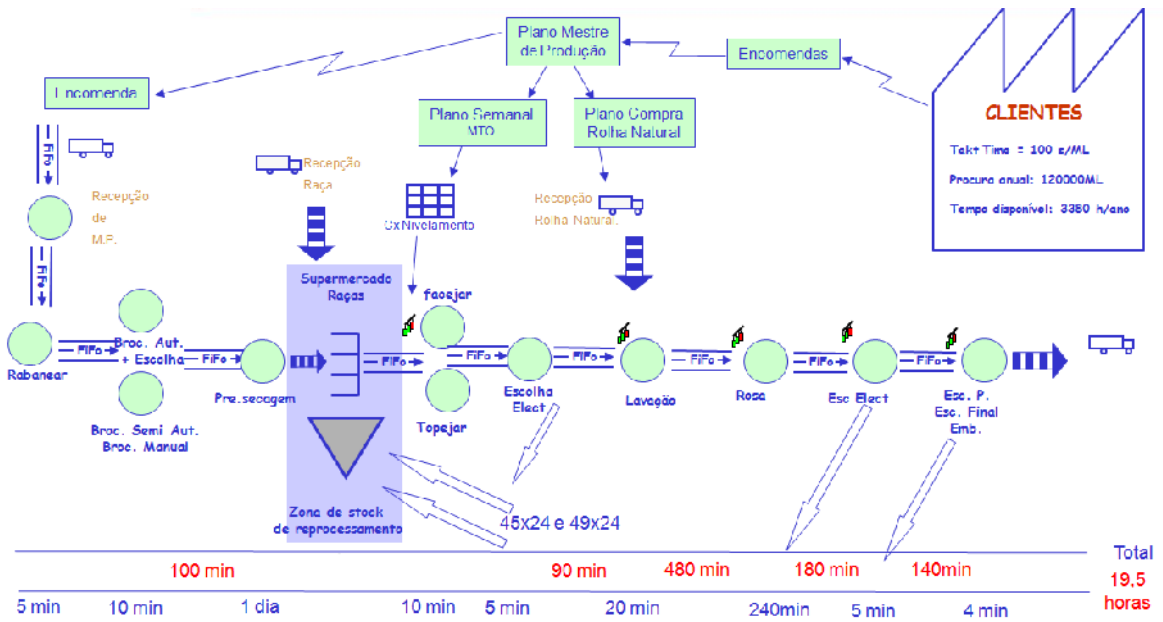


Ilustração 4.2 – VSM futuro referências C e fluxo de reprocessamentos

4.2.1. Definição da estratégia de produção

A solução proposta para este caso de estudo passa, conceptualmente, pela passagem de um *layout* funcional a um *layout* orientado ao produto, privilegiando o fluxo de materiais. Para as referências A isto significa passar de um *layout* centro-GT para um *layout* em linha. Ao nível das referências C passar de um *layout* funcional para um *layout* linha-GT (ao longo do caso de estudo denominado de linha mista).

Serão então definidas três linhas produtivas (ver esquema da ilustração 4.3). Duas destinadas ao fluxo de obtenção de rolhas por compra de fardos: uma para o calibre 49x24 e outra para o calibre 45x24. Nestas linhas será também passado o fluxo de classes prontas a passar duas vezes. Na outra linha serão trabalhados os repasses (quer de 45x24 quer 49x24 quer dos restantes calibres), as referências C de compra de fardos, as compras de raça, as compras de rolhas e o fluxo de rejeitados. A colmatagem será posicionada de acordo com a melhor localização respeitando o fluxo de rolhas.

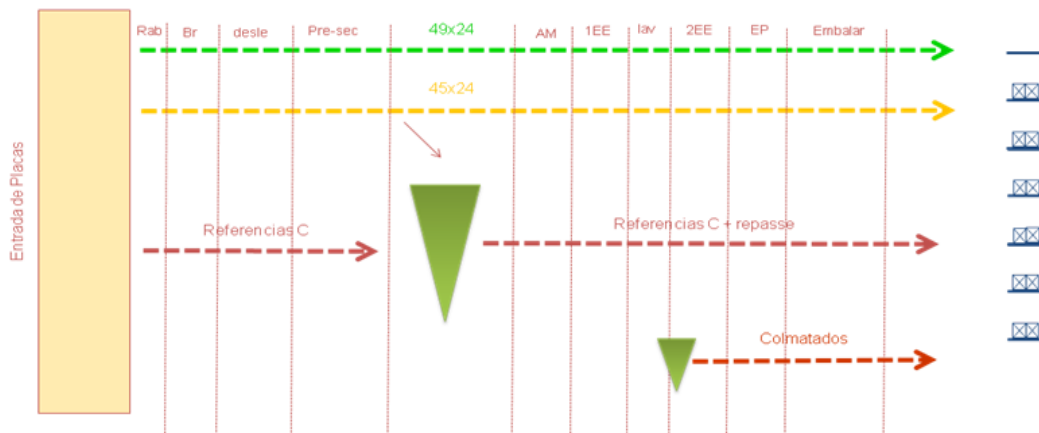


Ilustração 4.3 – Conceito de linhas de fluxos

Ao nível da estratégia de produção propriamente dita, esta deixará de ser *push* e passará a funcionar em sistema *pull*. As referências A (calibres 45x24 e 49x24) de produção interna funcionarão em sistema *kanban* existindo para tal um supermercado de produto acabado. Quando o produto é retirado do supermercado existirá uma ordem de produção directa para o

início da linha. Esta ordem fará com que a cortiça seja introduzida no processo, de tal forma que suprima as necessidades das classes em falta. Por consequência, irão ser produzidas classes que não foram pedidas pela ordem de produção, contudo é necessário que se proceda de tal forma para garantir o nível de reposição de todas as classes.

As referências C serão produzidas em *MTO*. Quando uma encomenda chega, a ordem de produção é encaminhada para a zona dos acabamentos mecânicos e depois produzida em *FIFO* até chegar ao cliente. Para tal, existe, antes dos acabamentos mecânicos, uma zona de armazenamento de stock para os reprocessamentos (resultado dos vários processos de escolha) e um supermercado a funcionar em sistema *kanban* para as referências C que despoletará nova encomenda de matéria-prima e consequente produção ao nível do rabanear. O facto de o supermercado se encontrar depois da pré-secagem e não no início do processo produtivo (notar que o aumento de *lead time* resultante de tal decisão não seria muito e as necessidades de capital investido seriam menores), prende-se com o facto de a cortiça em fardos se estragar se estiver muito tempo à espera, situação que já não acontece depois de ser brocada e seca. Assim este supermercado absorverá as flutuações na entrega de cortiça.

A flutuação na procura será amortecida pela linha mista, que naturalmente terá que estar dimensionada com capacidade excedentária. Assim, em picos de procura de referências A, a linha mista produzirá o stock de reprocessamentos de forma a obter 45x24 e 49x24. Se tal for insuficiente poderá em alguns casos trabalhar referências A desde o início do processo. Ainda assim, a capacidade produtiva das três linhas será constante, então, as variações sazonais e picos muito drásticos serão amortecidos pelas compras à região a serem trabalhadas na linha mista.

4.2.2. Dimensionamento de recursos

Definida a estratégia de planeamento é necessário dimensionar os recursos. Nesta primeira fase, evocando o conceito de balanceamento, dever-se-á começar por dimensionar os recursos que se envolvem directamente com o acrescentar de valor ao produto, isto é, todos aqueles que estejam envolvidos directamente com a produção. Então, é preciso dimensionar o número de máquinas (e operadores associados). A componente logística, tal como havia sido referido no capítulo 2, só será considerada depois dos arranjos de *layout*.

Sabendo que:

$$\text{Tempo de takt} = \frac{\text{Tempo disponível para produção}}{\text{Procura do cliente}} \quad (4.1)$$

Onde o tempo disponível para produção deve ser contado sem as paragens programadas, e a procura deve ser a correspondente ao período considerado no numerador. É então fulcral criar um sincronismo entre a cadência de consumo (tempo de *Takt*) e a cadência produtiva (Tempo de Ciclo). Donde resulta que:

$$\text{Tempo de takt} = \text{Tempo de ciclo real} + \text{tempo de takt} * \% \text{ defeitos} \quad (4.2)$$

O tempo de ciclo real (*Tcr*) considera as paragens não programadas (como por exemplo perdas por avaria de máquina e consequente tempo de reparação). O único factor não considerado no tempo de ciclo real é a perda por produção de defeituosos. Então, substituindo a equação 4.2 na equação 4.1 fica:

$$\frac{\text{Tempo de ciclo real}}{(1 - \% \text{ defeitos})} = \frac{\text{Tempo disponível para produção}}{\text{Procura do cliente}} \quad (4.3)$$

Contudo, o tempo de ciclo da operação pode ser reduzido pelo aumento do número de máquinas. Assim, e rearranjando a fórmula 4.3 vem que:

$$\text{Tempo disponível para produção} = T_{cr} * n^{\circ} \text{ de máquinas} \frac{\text{Procura do cliente}}{(1 - \% \text{ defeitos})} \quad (4.4)$$

Por outro lado, é fácil aceitar que:

$$\text{Quantidade a processar} = \frac{\text{Procura do cliente}}{(1 - \% \text{ defeitos})} \quad (4.5)$$

Substituindo a equação 4.5 na equação 4.4 fica:

$$\text{Tempo disponível para produção} = T_{cr} * n^{\circ} \text{ de máquinas} \text{ Quantidade a processar} \quad (4.6)$$

Vale a pena então estudar cada um destes pontos no que diz respeito ao caso em estudo:

Tempo disponível para produção:

A solução proposta tenta igualar os turnos de todas as operações. Como foi descrito na análise da situação actual as operações encontram-se desniveladas pela diferença de turnos. Assim todas as operações serão a dois turnos (excepto o rosa que será a três por necessidade do processo). Assim, e como se encontra resumido na tabela 4.1, o tempo disponível para produção é de 3383 horas/ano.

Tabela 4.1 – Cálculo do tempo disponível para produção

Variáveis:	
Horas de trabalho por turno (sem paragens programadas)	7,5
Número de turnos	2
Média de dias de trabalho por mês	20,5
Meses de trabalho por ano	11

Tempo de ciclo:

Cada máquina tem o seu tempo de ciclo respectivo. Em anexo (ver anexo I) apresenta-se o tempo de ciclo real de todas as operações envolvidas no processo produtivo.

Número de máquinas:

O número de máquinas será, para cada uma das operações, a incógnita da equação 4.6.

Procura do cliente:

Para generalizar a equação 4.4 a qualquer posto, a procura do cliente não deverá ser vista somente como a procura do cliente final consumidor de rolhas. O cliente de cada operação é a operação seguinte. Assim, a procura do cliente para cada operação será a quantidade necessária a ser processada para garantir que no final é produzida a quantidade procurada pelo cliente consumidor de rolhas. Em anexo (ver anexos J, K e L) apresenta-se um quadro detalhado com as quantidades a passar em cada operação de cada uma das linhas e as operações envolvidas para o cálculo.

Fazendo então os cálculos com os pressupostos admitidos, é possível obter o número de máquinas necessárias para cada operação de cada uma das linhas. A tabela 4.2 pretende resumir as necessidades futuras em termos globais e as existências actuais. É feita referência

ao número resultante do cálculo introduzido anteriormente para compreender o número de máquinas e operador por máquina obtidos.

Tabela 4.2 – Número de máquinas existente, máquinas futuras e pessoas alocadas por turno.

Operação	Máquinas disponíveis	45x24			49x24			Linha Mista			Desvio
		Cálculo	Nº Máq.	Operador máquina	Cálculo	Nº Máq.	Operador máquina	Cálculo	Nº Máq.	Operador máquina	
Rabear	20	6,98	7	7	2,55	3	2,75	1,26	2	1,25	8
Broca pedal	18	5,29	6	5	2,02	3	2	0,56	1	0,5	8
Broca semi-automática	24	5,81	6	6	2,22	3	2,5	0,00	0	0	15
Broca automática	9	3,49	4	7	1,28	2	2,5	0,81	1	1,5	2
Deslenhar	6	5,52	6		2,03	3		1,28	2		-5
Pré-secagem	4	2,00	2		0,66	1		0,00	0		1
Topejar	25	8,33	9		3,10	4		6,01	7		5
Polir	22	8,33	9		3,10	4		5,39	6		3
1ª EE	19	1,52	11		0,44	5		3,83	4		-1
Lavação	17	6,30	7		2,36	3		5,95	6		1
Rosa	5	2,10	2		0,79	1		2,43	2		0
2ªEE	6	5,23	6		2,07	3		2,37	3		-6
Escolha Passagem	20	5,32	6	12	2,09	3	4	3,48	4	6	7
Escolha da embalagem	4	0,15	1		0,54	1		0,59	1		1
Tapete Embalagem	1	0,43	1		0,00			0,28	1		-1

Depois de calcular o que se passa nas máquinas como um todo (visão de calibre) é necessário fazer um estudo mais preciso (visão de classe) para as linhas 45x24 e 49x24 para aferir a possibilidade de dedicar uma máquina a uma classe específica. Para a linha mista, como será funcional, não há necessidade de fazer tal estudo.

Assim, para a linha 45x24 serão estudados os seguintes pontos: lavação, 2EE e EP. Só se começa o estudo na lavação porque, só ao nível da 1EE as rolhas são abertas em classes de produção, antes o fluxo é indiferenciado. Nas tabelas 4.3, 4.4 e 4.5 apresenta-se a quantidade a passar de cada uma das classes, resultado do estudo de desdobramentos já referido (ver anexo D), o tempo de ciclo da operação em estudo e o tempo necessário de trabalho (tempo de abertura). Para ser possível o número de máquinas em estudo o tempo de abertura deverá ser menor que o tempo disponível para produção, no caso 3383h. A tabela estuda também a possibilidade de fazer sistema de lote e não dedicar uma máquina a uma classe.

Tabela 4.3 – Estudo detalhado da quantidade a ser trabalhada na lavação

Classe	Quantidade	Tcr	Nº máq	Tempo de abertura (h)	Estado
AA	18341	4,50	1	1375	Ok
A	176148	4,50	4	3303	Ok
B	89638	4,50	2	3362	Ok
AA+B	107979	4,50	2	4050	Not Ok

Tabela 4.4 – Estudo detalhado da quantidade a ser trabalhada na 2EE

Classe	Quantidade	Tcr	Nº máq	tempo de abertura (h)	Estado
AA+ classe pronta	29613	4,69	1	2314	Ok
A	127716	4,69	3	3326	Ok
B	71420	4,69	2	2790	Ok

Tabela 4.5 – Estudo detalhado da quantidade a ser trabalhada na EP

Classe	Quantidade	Tcr	Nº máq	tempo de abertura (h)	Estado
Flor+ classe pronta	20394	4,02	1	1366	Ok
Extra	43941	4,02	1	2942	Ok
Superior	65658	4,02	2	2198	Ok
1º	67448	4,02	2	2258	Ok
2º	50233	4,02	1	3363	Ok

No que diz respeito à linha 49x24 será estudado o caso da 2EE (ver tabela 4.6) onde o cálculo directo apontava para 3 máquinas (pouco mais que a capacidade de duas).

Tabela 4.6 – Estudo detalhado da quantidade a ser trabalhada na 2EE

Classe	Quantidade	Tcr	Nº máq	tempo de abertura (h)	Estado
AA+ classe pronta	30644	4,69	1	2394,07	Ok
A	46517	4,69	2	1817,08	Ok
B	22668	4,69	1	1770,97	Ok

O estudo pormenorizado, que permite a dedicação de uma máquina a uma classe específica, aponta agora para 4 máquinas. No que diz respeito à escolha passagem a quantidade a trabalhar, também só necessita de pouco mais de duas máquinas para ser processada, contudo, a opção é instalar cinco máquinas (uma para cada classe: flor, extra, superior, 1º e 2º) para integrar operações e evitar *setups*.

Pode então agora ser feito o cálculo de todas as pessoas envolvidas no processo produtivo. A tabela 4.7 mostra, nas operações onde tal estudo foi realizado, o rácio pessoas por máquina e o real número de pessoas destinado a cada uma das linhas.

Tabela 4.7 – Número de pessoas associadas à produção

Operação	Pessoas por máquina	45x24	49x24	Mista
Rabear	1	7	3	1
Broca pedal	1			
Broca semi-automática	1	11	4	1
Broca automática	1	7,0	2,5	1,5
Deslenhar				1
Pré-secagem				
Topejar				
Polir	1/5	2	1	2
1ª EE				
Lavação	1 Por sector	1	1	1
Secagem				
2ª EE	1	1	1	1
Escolha Passagem	2	12	4	6

Depois de ter definido o número necessário de máquinas e pessoas associadas à produção fica em aberto a definição da melhor localização para as máquinas e posterior cálculo de pessoas a nível geral.

4.2.3. Desenho layout

O *layout* idealizado tenta, para além de responder a todos os *muda* detectados, enquadrar os princípios enunciados no segundo capítulo: integração, flexibilidade, balanceamento, mínima distância, fluxo de operações e 3 dimensões. A técnica utilizada para visualização do conceito proposto é Auto Cad.

4.2.3.1. Layout em campo aberto

Assim, e como já referido anteriormente, representa-se primeiramente o *layout* para uma fábrica construída de raiz sem limitações de espaço (ver ilustração 4.4). Para além do *layout* produtivo representa-se também todas as áreas de suporte com as dimensões iguais às actuais mas com a localização mais apropriada (ver em escala maior no anexo M).

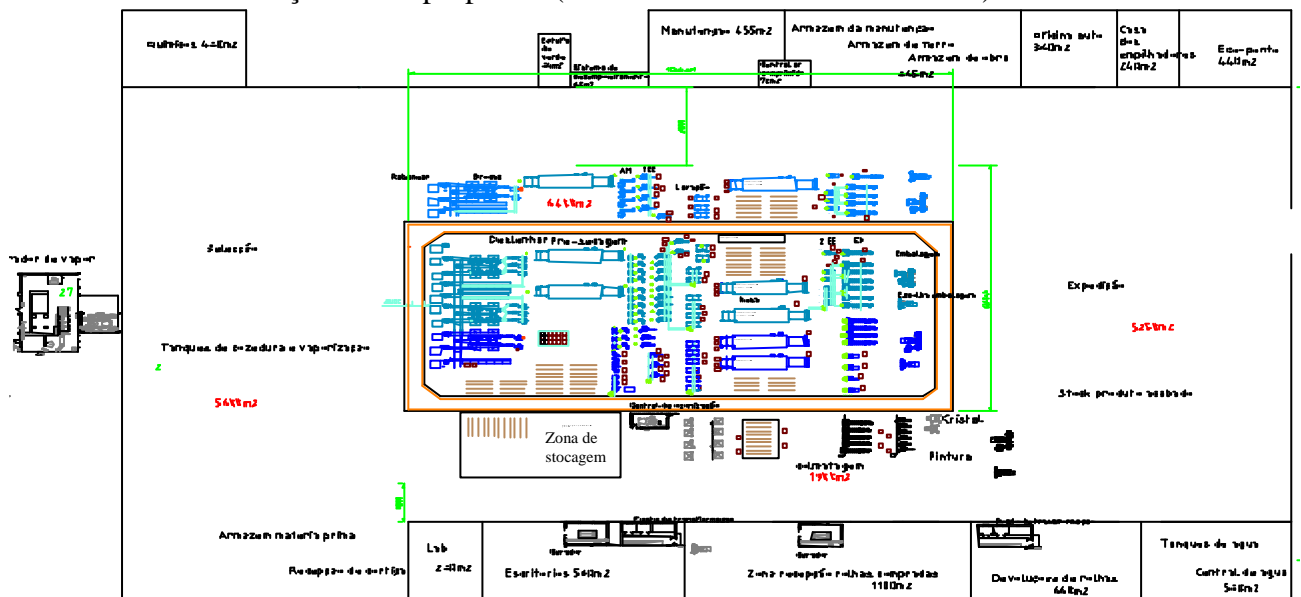


Ilustração 4.4 – Layout da nova fábrica.

Começando agora por analisar a zona produtiva propriamente dita, e como já foi referido, esta tenta eliminar os problemas detectados no *layout* actual. Assim, o primeiro passo na construção de uma fábrica *lean* seria eliminar a operação de selecção, isto é, as paletes deveriam chegar à Amorim & Irmãos já prontas a serem trabalhadas. Esta responsabilidade ficaria ao cargo da Amorim Florestal. Como se pode ver pela ilustração 4.4 a zona de selecção continua representada para a eventualidade de tal modificação não ser possível ao nível da estrutura Grupo Amorim. Outra alteração profunda de paradigma seria a troca de sacos por cestos com rodas para todas as rolhas excepto para os reprocessamentos na zona de stocagem identificada na ilustração 4.4. Actualmente existe um enorme desperdício a transportar sacos, a abrir e fechar, a mudar de tipo de sacos etc... assim a solução passa por os alterar para cestos. Nos termos do planeamento actual seria incomportável tal alteração pois a quantidade de carros em circulação seria muito grande. Contudo, o emagrecimento da fábrica como um todo (redução do *WIP*), o trabalhar em *FIFO* desde que a ordem entra na primeira operação e o integrar de operações, permite tornar esta situação viável. Destaca-se ainda a localização da colmatagem próxima da linha mista para poder partilhar recursos, como seja a 1EE, lavação e rosa, e porque os reprocessamentos são os maiores abastecedores da colmatagem.

4.2.3.2. Análise Linha 49x24

Passando agora à análise detalhada de cada uma das linhas é interessante verificar em que aspecto estas respondem aos princípios teóricos apresentados. Começando pela linha 49x24 esta apresenta integração. É de notar que até ao final da primeira escolha electrónica, o fluxo está integrado por sistema de tapetes e girafas elevatórias¹⁹ quando necessárias (ver ilustração 4.5).

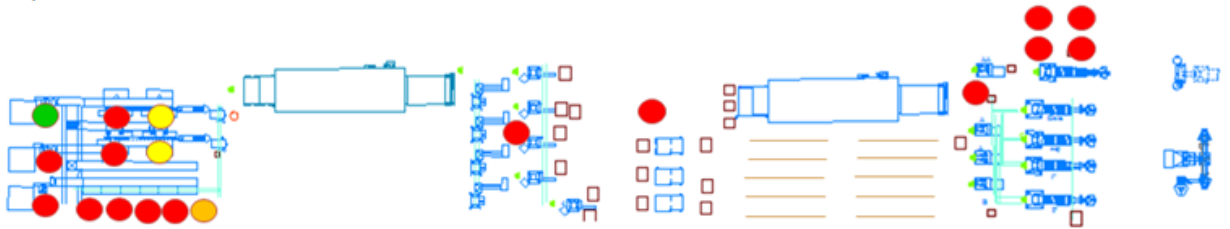


Ilustração 4.5 – Layout linha 49x24 e pessoas alocadas à produção

Nota: A vermelho pessoas a tempo inteiro, a verde pessoas a 75%, a laranja pessoas a 50%, a amarelo pessoas a 25% do tempo de trabalho

Assim, o *layout* apresenta três bancas de rabanear (com três pessoas por turno) integradas a dois grupos de brocas automáticas (compostos por duas brocas cada) e um grupo de brocas semi-automáticas (composto por seis brocas). Relativamente às brocas semi-automáticas estarão quatro operadores a trabalhar a tempo inteiro e um a meio turno. No que diz respeito às brocas automáticas trabalhará uma de cada grupo em contínuo por turno e metade do turno de um operador será dividido pelas duas outras brocas (ver ilustração 4.5). O resultado das brocas automáticas passa pela operação de deslenhar. E aqui está presente um caso de balanceamento da linha. Por opção as brocas não produzem à máxima cadência mas sim àquela que é absorvida pela operação de deslenhar, daí a necessidade de rotação do operador. É de notar que, máquina parada não é um dos sete *muda* apresentados, ideia que geralmente é muito difícil de incutir na indústria.

Em seguida o resultado das duas máquinas de deslenhar é adicionado ao resultado das brocas semi-automáticas por meio de um tapete que, em fluxo, manda a raça para a máquina de secar. É interessante notar que no *layout* actual a pré-secagem não é feita em fluxo ficando a raça parada numa zona aquecida durante um dia. Quando a raça sai da pré-secagem, e por meio de um distribuidor, é encaminhada em fluxo para a zona dos acabamentos mecânicos. As operações de polir e topejar serão agora integradas por meio de uma girafa. A juntar a estas, a operação de primeira escolha electrónica, ficará também integrada novamente por girafa que eleva a raça até à moega²⁰ da máquina. Uma pessoa estará a controlar os quatro conjuntos de máquinas referidas. Após a escolha as rolhas sairão para um de cinco tapetes que passarão por baixo da máquina: um para rolhas AA, outro para rolhas A, outro para rolhas B, outro para rolhas C e outro ainda para o repasse (rolhas que vão ser reprocessadas). Para além disso existirá um contentor na frente da máquina para receber a aparta. Como referido no capítulo anterior as rolhas C têm que passar novamente pela primeira escolha electrónica, assim o tapete respectivo deposita as rolhas numa girafa que as eleva até à moega de uma quinta máquina, como explicitado na ilustração 4.5.

¹⁹ *Girafas elevatórias*: mecanismo utilizado para elevar as rolhas de um patamar próximo do chão para uma altura que pode passar de 3 metros.

²⁰ *Moega*: pequeno contentor associado às máquinas para onde são deitadas as rolhas, serve muitas vezes como buffer.

Nesta fase o sistema de lote da lavação dificulta a integração e como tal também não é necessária dedicação. Assim, uma pessoa transportará os cestos com rolhas desde a 1EE até à lavação, e desta para o rosa. Mais uma vez o sistema de lote será imperativo, apesar de o rosa trabalhar em contínuo. O facto de só ter uma máquina para quatro classes diferentes obrigará a fazer sistema de lote. Assim, quando as rolhas saem do rosa um outro operador terá que as depositar na respectiva máquina de 2EE. Após serem processadas e abertas em classes de vendas as rolhas são distribuídas, por meio de tapetes e posteriores girafas para elevação, para as máquinas de escolha passagem. Existem mais uma vez cinco tapetes: um para classe extra, outro para superior, outro para 1º, outro para 2º e outro para repasse. É de notar que uma das máquinas não se encontra abrangida pelos tapetes; esta será mais flexível e irá passar rolhas AA (que é o único calibre de produção capaz de originar calibre de venda flor daí não haver nenhum tapete para rolhas flor), para além de passar as classes já prontas que vêm em sistema de lote. Relativamente às máquinas de escolha passagem, vale a pena referir que embora só sejam necessárias duas, mais uma vez se optou por colocar máquinas dedicadas. Assim, estarão alocadas quatro pessoas, duas por máquina, trocando de máquina quando necessário.

4.2.3.3. Análise Linha 45x24

No que diz respeito à linha 45x24 esta apresenta certas particularidades. Começando pela operação de rabanear, como é possível ver na ilustração 4.6 serão necessárias sete máquinas de rabanear onde apenas seis estão integradas. Como já tinha sido visto para a linha 49x24 a diferença de tempos de ciclo entre as operações de broca e rabanear não permite um balanceamento directo. Assim, enquanto na linha 49x24 era a operação de rabanear a marcar as necessidades de operadores nas brocas, agora existe um rabaneador de apoio a alimentar as várias brocas. É interessante notar que as brocas semi-automáticas têm agora onze operários e os quatro grupos de brocas automáticas terão um operário fixo em cada grupo, para além de três operários que passarão pelas quatro brocas automáticas restantes. Importante será também ver que um grupo de brocas automáticas já não alimenta uma só máquina de deslenhar mas sim uma e meia, para balancear a linha. Esta transição é feita por tapetes automáticos.

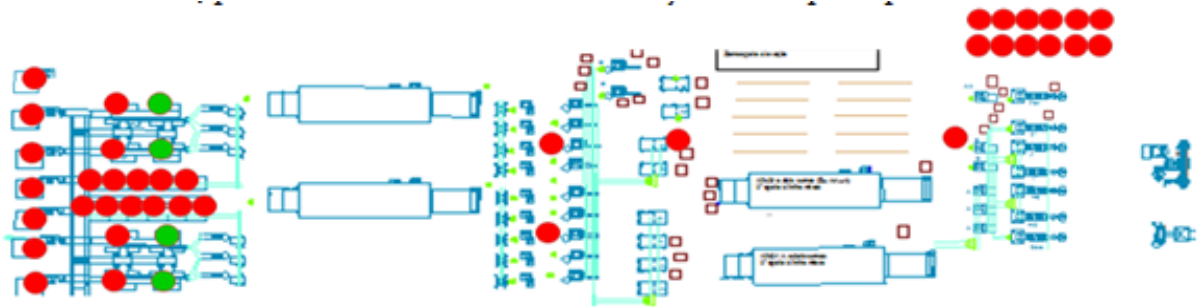


Ilustração 4.6 – Layout linha 45x24 e pessoas alocadas à produção

Nota: A vermelho pessoas a tempo inteiro, a verde pessoas a 75%

Realizada a operação de deslenhar a raça segue, por meio de um tapete transversal a três máquinas e por uma girafa, para as duas máquinas de secar representadas na ilustração 4.6. Sempre em fluxo, a raça depois de seca é repartida, por meio de dois distribuidores aéreos, para os nove sistemas de acabamentos mecânicos mais 1EE como na linha 49x24. Aqui, dois operários regularão as várias máquinas. O resultado da 1EE também é encaminhado para vários tapetes de acordo com a classe obtida. Contudo, desta vez, a passagem para a lavação, das rolhas A e B, é feita de forma automática por tapete e posterior sistema distribuidor. Assim, as rolhas acumularão em dois locais distintos enquanto a máquina se encontra a lavar:

na moega da própria máquina a preparar a próxima lavação ou na moega da girafa elevatória. As restantes classes, AA e C, serão trabalhadas em sistema de lote.

Após lavação existe uma máquina de rosa dedicada a dois turnos para as rolhas classe A e outra para as restantes classes que terão que funcionar em sistema de lote como na linha 49x24. Posteriormente as rolhas classe A continuam em fluxo para a 2EE onde um tapete distribuidor as colocará nas moegas das máquinas. Para as restantes operações o sistema é semelhante ao da linha 49x24. Saliente-se porém o facto de, ao nível da escolha passagem, o *layout* apresentar sete máquinas, como havia sido calculado na fase de dimensionamento de recursos, e existirem doze operadores alocados o que se prende com a questão de dedicação já abordada.

4.2.3.4. Análise Linha Mista

Analisando agora a linha mista, esta continua a operar segundo um *layout* funcional, no entanto, deixa de haver sectores divididos, com todos os problemas que já foram expostos, e passa a estar orientada à sequência de operações pelas quais o produto passa (ver ilustração 4.7).

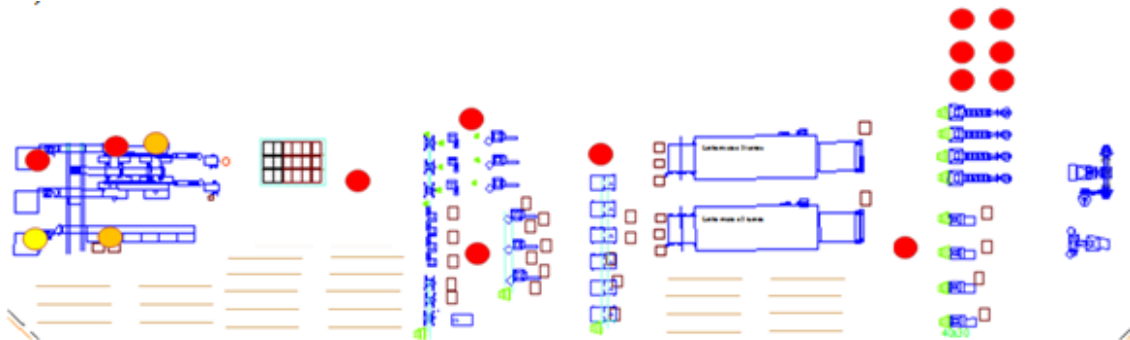


Ilustração 4.7 – Layout linha mista e pessoas alocadas à produção

Nota: A vermelho pessoas a tempo inteiro, a laranja pessoas a 50%, a amarelo pessoas a 25%

Esta linha apresenta três bancas de rabanear (uma com um trabalhador dedicado outra com um trabalhador a ser partilhado com a linha 49x24), duas a alimentar brocas automáticas outra que alimenta brocas manuais. As brocas automáticas terão um operador permanente e outro a meio turno. As brocas manuais terão um operador unicamente a meio turno. Como pode ser visto pela ilustração 4.7. existem brocas que não têm trabalhadores alocados. Assim, oscilações no rácio broca a pedal/automática serão absorvidas pelo trabalhar ao nível das brocas nesta linha.

Relativamente à pré-secagem, esta não funciona em contínuo como nas outras linhas. O facto de haver muitas referências, associado à necessidade de sistema de lote, poderia originar misturas e dificultaria a gestão desta operação. Desta forma, a solução passa por construir uma pré-secagem mais reduzida mas com a mesma ideologia da existente. Toda esta zona terá agora a necessidade de um trabalhador para realizar operações de logística.

A zona dos acabamentos mecânicos terá disposições distintas como pode ser visto pela ilustração 4.7. Haverá um grupo de máquinas de polir, topejar e primeira escolha electrónica integradas que ficará destinada aos calibres referência C. Os reprocessamentos passarão nas máquinas dispostas em sistema funcional apresentadas na ilustração 4.7, pois, como já foi visto, poucas são as rolhas que terão que executar as duas operações para reduzir o calibre. O sistema de alimentação escolhido é um distribuidor aéreo, sistema utilizado também para abastecer as máquinas de 1EE dispostas à frente das máquinas de polir e topejar para

minimizar deslocamentos. Dois operadores terão a cargo a vigilância de todas estas máquinas. As rolhas que não são as pretendidas ao nível da 1EE pela procura do cliente, ficarão em espera na zona de stock antes dos acabamentos mecânicos.

Seis máquinas ficarão destinadas à operação de lavação que será em sistema de lote. Uma pessoa terá como função retirar os cestos da 1EE e colocar as rolhas na lavação com o respectivo programa. Quando esta terminar terá que encaminhar as rolhas para uma das duas máquinas de rosa. Aqui o sistema *FIFO* ditará as prioridades. Quando as rolhas saírem do rosa, outro operador terá que gerir a trasfega para a 2EE sempre em sistema de lote. Posto isto, as rolhas vão para a EP, se for a classe que despoletou a ordem de produção, ou regressam para a zona de stock antes dos acabamentos mecânicos. Aqui uma de duas coisas pode acontecer: ou existe procura das classes que se encontram em armazém e as rolhas que aqui estavam passam para a EP para serem escolhidas e embaladas de seguida, ou se for um produto que nunca se vende terá que passar novamente pelos acabamentos mecânicos para reduzir o calibre e transformar numa rolha vendável. Ao nível da escolha passagem o processo será idêntico mas com menores desdobramentos.

A ligação entre as três linhas será assegurada pelo *mizusumashi*. Este passará pelo caminho definido a laranja na ilustração 4.4 com um ciclo de 30 minutos e terá como função fazer a recolha das rolhas a reprocessar das linhas 45x24 e 49x24 e levar para a zona de stocagem na linha mista para serem retrabalhadas na mesma. Será também responsável pelo fluxo descrito anteriormente ao nível da linha mista de passar os excessos das escolhas, que não foram pedidos na procura, para a zona de stocagem para espera ou para retrabalho.

Assim, o desenho de *layout* traduz aquilo que havia sido dimensionado no ponto 4.2.2. ajustado aos princípios previamente enunciados. Falta referir as alterações introduzidas, nomeadamente na linha mista, para combater a rigidez própria de uma linha produtiva e atribuir maior flexibilidade às linhas 45x24 e 49x24. Foi já referido que ao nível das brocas há máquinas que estão desenhadas, não para serem usadas correntemente, mas sim para absorver flutuações na entrega de cortiça podendo o rácio broca automática/manual ser alterado. Este sobredimensionamento permite também aferir maior cadência às linhas de referências A (ver tabela 4.8) trabalhando os fardos ao nível da linha mista e depois incorporando-os, ao nível da pré-secagem, na respectiva linha (função atribuída ao *mizusumashi*).

Tabela 4.8 – Possíveis aumentos de cadência nas linhas

Linha	Capacidade dimensionada (ML/dia)	Capacidade máxima (ML/dia)	Observações
45x24	1377	1488	O processo bottleneck passa a ser a lavação.
49x24	512	650	O processo bottleneck passa a ser os acabamentos mecânicos.

Uma vez definido o *layout* ao nível da produção faz sentido abordar a questão do dimensionamento das pessoas, contando agora com aquelas envolvidas em operações de logística. A tabela 4.9 apresenta todas as operações envolvidas e o número de pessoas alocadas a cada operação em função do posto de trabalho.

Tabela 4.9 – Número de pessoas envolvidas.

Operação	Função	operador maquina	Limpeza	transporte	Empilhador	vigilante/manobra	afinador	Revestimentos	controle de qualidade	responsável	total
Rabear		22	1		1		1			1	26
Broca pedal		16									20
Broca semi automática		16					3			1	16
Broca automática		23	1								24
Deslenhar						2					2
Pré-secagem											0
Topejar							3			2	15
Polir						10					0
1ª EE										1	1
Lavação				3		3		2		2	10
Secagem											0
2ªEE				3		3					7
Escolha Passagem		42							2	1	44
Escolha da embalagem		2		2							4
Tapete Embalagem		0									0
Mizusumashi					2						2
Total		121	2	8	3	18	7	2	2	8	171

Uma última nota relativamente às áreas de suporte: é de salientar que a disposição está segundo as necessidades de utilização alicerçada no princípio da mínima distância. A área total é de cerca de 26 000 m². Em anexo (ver anexo N) especifica-se cada uma das áreas para além de uma descrição da respectiva função.

4.2.3.5. Layout proposto na fábrica actual

Tentando enquadrar o *layout* proposto (*layout* produtivo) na fábrica actual a melhor opção é apresentada na figura 4.8.

**Ilustração 4.8 – Desenho de *layout* produtivo na fábrica actual**

Esta opção pressupõe ocupar armazéns, derrubar paredes e construir todas as infra-estruturas de apoio necessárias. As outras alternativas ponderadas encontram-se em anexo (ver anexo O) com as respectivas vantagens e desvantagens.

4.2.4. Outras notas sobre a situação futura

Por último, depois de entendido o funcionamento de cada uma das linhas, faz sentido analisar as alterações ao nível de *lead time* e stock que advém da solução proposta para o caso em estudo. Começando por analisar o VSM alusivo às referências A, é possível verificar um *lead time* inferior a 1 dia de produção. Já no que diz respeito às referências C o *lead time* é de 19,5 horas. Estes valores resultam do tempo de cada operação adicionados dos níveis de material em curso dimensionados. A tabela 4.10 analisa o *WIP* em cada uma das linhas antes de cada uma das operações.

Tabela 4.10 – Material em curso em cada uma das operações

Operação	Quantidade (milheiros)		
	45x24	49x24	Outros
Bocas	22	9	-
Deslenhar	120	40	-
Pré-secagem	100	50	-
Polir	45	15	30
Topejar	45	15	30
1ª EE	45	15	30
Lavação	135	150	200
Rosa	120	60	400
2ª EE	70	80	20
Escolha Passagem	80	40	40
Total	782	474	475

Os níveis de *lead time* referidos proporcionarão alterações quanto ao dimensionamento do stock de segurança. Atendendo ao conceito de supermercado abordado no ponto 2.3.3.1 os níveis deste tipo de stock serão de 3750 milheiros para o calibre 45x24 e de 3150 milheiros para o calibre 49x24. Os restantes calibres como funcionarão em sistema *make to order* não terão supermercado de produto acabado. Em anexo apresenta-se os cálculos de uma forma detalhada (ver anexo P).

4.3. Resumo

Com este capítulo ficou completa a metodologia de desenho de *layout* para o caso prático da Amorim & Irmãos. O VSM futuro alicerçou a definição da estratégia de produção que passou a ser em *pull*, o dimensionamento de recursos que permitiu balancear a área produtiva e o desenho de *layout* que uniu os dois pontos anteriores idealizando aquilo que será a produção.

Ficou patente a preocupação ao nível de fluxo de materiais e eliminação de desperdícios que o novo *layout* contém. Os princípios de integração e mínima distância são uma constante; a flexibilidade, por outro lado, é dada pela linha mista, que embora ainda funcione por sistema de lote, já traz vantagens ao nível de fluxo comparativamente com a situação actual.

Destaca-se ainda que para além do *layout* da zona produtiva na fábrica actual o estudo contemplou também o desenho de uma nova fábrica. Os dois pontos abordados surgem como alternativa sendo que um deles será comparado à situação actual no capítulo seguinte.

5. Comparação actual vs proposto

5.1. Introdução

Foram abordadas duas possibilidades para o *layout* desenvolvido: construção em terreno novo ou desenvolvimento nas instalações actuais. Este ponto pretende comparar esta última vertente à situação em que a Amorim & Irmãos se encontra presentemente. Não será realizado nenhum estudo relativamente à construção da fábrica num terreno completamente novo pelo facto de não ser objectivo da empresa mudar de localização, pois esta permite sinergias com fábricas do grupo. Assim, o desenho de *layout* da nova fábrica, que unicamente difere do desenho nas instalações actuais pela incorporação dos sistemas de apoio, apresenta-se como uma alternativa viável contudo, não directamente comparável com a situação actual.

Neste capítulo serão abordados os dados que resultam da passagem de um *layout* funcional a um *layout* orientado ao produto. Este serve para comprovar os pontos defendidos na abordagem mais teórica feita no capítulo 2. Então, será feito um estudo à redução de pessoas, de área, de stock e de *lead time* para além de uma reflexão sobre todos os outros conceitos que não podem ser materializados. Por último, o novo *layout* será comparado com o investimento a realizar através de indicadores como VAL, TIR e o período de retorno do projecto.

5.2. Comparação

5.2.1. Número de pessoas

Como ficou patente, a criação de fluxo privilegia a integração de operações. Assim, para além de reduzir pessoas, a mudança de *layout* e de forma de planeamento é um incentivo à partilha de tarefas e ao desenvolvimento de operários multifacetados. As pessoas envolvidas na linha produtiva sentem-se mais motivadas e responsáveis.

É interessante notar que a redução de pessoas dá-se especialmente ao nível de rubricas de logística: transporte, empilhador e vigilante/ manobra. Assim, as alterações propostas implicam a redução de 27 pessoas. Actualmente um empregado representa em média um encargo global de 14000€por ano. Assim existe um ganho de 378000€todos os anos.

5.2.2. Área

A área é outro ponto onde a criação de fluxo traz alguns ganhos. Comparando a área produtiva em *layout* funcional com sistema de planeamento *push* (vertente actual) e em *layout* orientado ao produto com sistema de planeamento *pull* (proposta para o futuro) é possível verificar uma redução de quase 50% na área. Na tabela 5.1 é possível ver os valores mais ao pormenor.

Tabela 5.1 – Análise de áreas antes vs futuro

	Área Antes (m2)	Área Depois (m2)
Brocas	2000	1430
Pré-secagem	288	845
AM	1541	845
1EE	1080	
Lavação	1150	455
Secagem	750	1300
2°EE + Escolha Passagem	2862	845
Embalar	2124	910
Total	11795	6630

É ainda importante referir que a área libertada tem em vista ser aproveitada por uma empresa do grupo para usufruir de sinergias decorrentes da partilha de recursos e da localização próxima de negócios complementares. Estima-se um ganho directo de cerca de 24000€ por ano devido à libertação de área.

5.2.3. Stock

Os níveis de stock devem ser estudados em dois parâmetros: o stock em curso e o stock de produto acabado.

5.2.3.1. Work in process (WIP)

A tabela 5.2 pretende representar os níveis de *WIP* antes, onde tudo se encontra indiferenciado, e depois, estruturado por cada uma das linhas. É de notar que existem rolhas de calibres 45x24 e 49x24 no buffer da linha mista. Estas rolhas pertencem ao fluxo de reprocessamentos. Os valores para o *WIP* foram obtidos tendo em conta as quantidades necessárias no tempo de funcionamento das máquinas e em alguns casos uns pequenos buffers (utilizando a moega da máquina) que amortecem possíveis variações de cadências. Assim, o total reduzido em rolhas pela alteração de *layout* corresponde a 16 818 ML.

Tabela 5.2 – Quantidade de stock antes e depois

	Antes			Depois				
Calibre:	45x24	49x24	Outros	Linha 45x24	Linha 49x24	Linha mista		
Zona						45x24	49x24	Outros
Brocas	96	8	49,5	22	9	56	8	37
Deslenhar Pré-secagem AM I	2470	318	1666	310	120	2124	609	3228
AM II	2364	790	2637	-	-	-	-	-
1EE	2282	687	892,5	45	15	1001	234	670
Lavação e secagem	3420	1075	2726	255	210	2107	379	2045
Escolha 2	2346	2244	990	70	80	1760	1683	743
EP	6500	2192	798	80	40	1454	386	599
Embalagem	1041	781	362	-	-	781	586	272
Total	20519	8095	10121	782	474	9227	3877	7557

5.2.3.2. Stock de produto acabado

O nível de reposição, à parte das flutuações da procura, será a quantidade que no início de cada dia estará no supermercado de produto acabado. Este pode ser comparado com o dimensionamento actualmente feito para o stock de segurança. Assim, conjugando os pontos 3.4. e 4.2.4. no que diz respeito à análise de stocks, verifica-se uma redução de 4650ML para o calibre 45x24 e de 4150 ML para o calibre 49x24.

É ainda importante referir que a média para o valor das rolhas, ponderada à quantidade de redução de stock de cada um dos calibres, é de 110€ por milheiro. Logo, a redução total de 25618 milheiros representa um ganho imediato de 2817980€

5.2.4. Lead time

Como é possível ver ao longo da presente tese o *lead time* passa de mais de 13 dias para menos de 1,5 dias. A mudança de *layout* permite, mais que aproximar as operações, eliminar desperdícios que impedem o fluxo e consequentemente melhorar a capacidade de resposta ao cliente.

5.2.5. Factores não quantitativos

O grande ponto onde um *layout* em linha perde vantagens é na flexibilidade. Como é possível verificar tanto a linha 45x24 como a linha 49x24 são bastante rígidas e não permitem absorver tão grandes flutuações como o *layout* actual. A solução proposta tenta colmatar esta lacuna, que efectivamente se verifica, com o auxílio da linha mista que, tal como abordado na parte teórica, por ser um *layout* em tecnologia de grupo, apresenta maior flexibilidade.

Ao nível da gestão operacional, somente a linha mista precisa de planeamento e de controlo mais apertados. Nas linhas 45x24 e 49x24 o sistema de *kanban* despoletará a produção e o facto de ser sempre o mesmo produto facilitará operações. A necessidade de gestão de stock fica assim muito mais facilitada.

Tal como havia sido referido na abordagem teórica existe efectivamente a necessidade de mais equipamentos. A orientação ao fluxo assenta na premissa de que a criação de valor não se encontra na maximização da produtividade das máquinas, mas sim na melhor resposta às necessidades do cliente.

Por último é ainda importante referir que, com o novo *layout* as rolhas movimentam-se muito menos. Os ganhos daí resultantes não são só a redução de pessoas, é também a maior qualidade do material.

5.3. Análise de viabilidade do projecto

Estas modificações têm um custo associado de 4.131.976€ que não pressupõe unicamente alteração de *layout* mas a renovação de equipamentos de apoio. Isto é, será uma fábrica nova que unicamente terá algumas máquinas da fábrica actual. Em anexo (ver anexo Q) mostra-se detalhadamente cada uma das componentes do orçamento. Juntando agora todos os dados quantitativos é possível analisar indicadores como o VAL, a TIR e o tempo de retorno (ver tabela 5.3). É de referir que o custo de capital da Amorim & Irmãos é de 7% (valor obtido na área de controlo de gestão). O estudo foi feito a 12 anos sendo que o valor residual de todos os equipamentos adquiridos foi considerado nulo. Em anexo (ver anexo R) resume-se toda a informação e apresentam-se os cálculos.

Tabela 5.3 – Indicadores de alteração de *layout*

Valor Actual Líquido (Val)	1.878.964 €
Taxa Interna de Rentabilidade (Tir)	29,18%
Payback period (PP)	3 anos e 6 meses

Da análise dos valores em orçamento é possível verificar que o investimento em infra-estruturas representa mais de 50% do total tendo um peso muito grande nos indicadores. Ou seja, a análise aos 3 anos e 6 meses de período de retorno deve ser feita tendo em conta que a fábrica será totalmente renovada. Estes indicadores não têm também em conta a melhor resposta ao cliente que o planeamento em *pull* proporciona. Assim, apresenta-se uma oportunidade de melhoria favorável para a empresa devendo esta investir.

5.4. Resumo

Embora a indústria da cortiça tenha muitas especificidades ficaram aqui demonstradas as vantagens da criação de fluxo enunciadas no capítulo 2. A utilização de um *layout* orientado ao produto em conjugação com uma filosofia de planeamento em *pull* permitem tornar a Amorim & Irmãos uma fábrica mais *lean* ao nível de stocks, número de colaboradores, área, e *lead time*, para além de outros factores não materializáveis. Assim, todos os indicadores mostram a viabilidade do projecto.

Por outro lado verificou-se também que esta indústria tem um capital investido em imobilizado muito elevado e que qualquer alteração pode acarretar custos muito altos. Assim, os índices apresentados são penalizados pelos elevados custos de mudança de *layout*, mesmo assim mostram-se favoráveis.

Um VAL de quase 1.900.000€ e uma TIR de 29% num período de análise de 12 anos permitem materializar as vantagens da criação de fluxo.

6. Outros projectos

6.1. Implementação de um *mizusumashi*

Um ponto debatido ao longo da análise feita à situação actual da Amorim & Irmãos é a falta de um transporte normalizado. Assim, este capítulo pretende abordar a implementação de um *mizusumashi* na fábrica em questão indo de encontro ao desenho de *layout*, tema central desta tese, visto este também contemplar a implementação deste tipo de transporte.

Estudou-se já o anexo F onde se apresenta o *layout* funcional actualmente utilizado e cada uma das movimentações que o mesmo acarreta. Agora pretende-se apresentar uma solução normalizada. Esta solução passa por incorporar um *mizusumashi*.

As principais dificuldades encontradas na implementação foram a grande quantidade de rolhas a transportar, a irregularidade do terreno (terreno em cimento em vários locais, inclinações muito acentuadas, locais apertados, curvas em inclinações), o peso de cada saco de rolhas (cerca de 40 kg para sacos normais e cerca de 25kg para sacos de redes), a necessidade de elevação das rolhas (e por opção dos carros), entre outros. Daí que, o desafio para o *mizusumashi* seria responder a todas estas dificuldades para além do compromisso básico entre o comportamento em recta (não andar em “S”) e o comportamento em curva (o carro não “cortar” a curva).

Para estudar a problemática da quantidade de rolhas a transportar, quatro factores devem ser tidos em atenção: a quantidade produzida por hora, o tempo de ciclo do *mizusumashi*, quantidade transportada por carro e de onde/ para onde são as rolhas transportadas. Este último factor tem tendência a ser esquecido por não parecer tão relevante como os primeiros. Contudo, o *mizusumashi* pretende ser um operador logístico dinâmico. No limite, imaginando um comboio com 100 paragens, em que o que entre numa estação seja sempre deixado na estação seguinte, o comboio, por ciclo, transportaria a quantidade correspondente a 100 carros, contudo só necessitaria de ter um carro atrelado. Logo, estes quatro factores são estudados de tal forma que permitem definir uma norma para o *mizusumashi* ao nível de percurso, tempo de ciclo, paragens e número de carros médios a transportar (ver anexo S). Portanto, a solução encontrada passa por estabelecer um tempo de ciclo de 15 minutos e operar com dois tipos de carros distintos: um para sacos de redes que possa ir à pré-secagem e outro para sacos individuais que possa facilitar o enchimentos dos sacos.

Depois de definida a norma é necessário trabalhar os carros. Analisando o problema do comportamento em recta vs comportamento em curva, há factores essenciais que devem ser tidos em conta. O primeiro prende-se com as folgas ao longo das ligações. Estas devem ser minimizadas para que as vibrações não se propaguem ao longo do comboio fazendo com que este ande em “S”. Em segundo lugar existe uma relação que combina estes dois factores que

deve ser analisada: relação entre a dimensão do carro e o posicionamento das rodas de trás (ver anexo T).

O problema de manobrar o carro com maior ou menor dificuldade pelo operário depende, em primeiro lugar, do peso do mesmo conjugado com o tipo de rodas e o tipo de terreno, que poderão ter maior ou menor atrito. Para além disso, um factor controlável ao nível do desenho do carro é o posicionamento das rodas que podem ser em cruz ou em quadrado tendo performances diferentes (ver anexo U). A solução passa por utilizar rodas em quadrado.

Para responder ao problema de elevação dos carros duas soluções foram encontradas: para os carros de sacos de redes foram incorporados adaptadores para os garfos do empilhador (ver anexo V); para os carros individuais foram utilizadas gaiolas com possibilidade de elevar 4 carros individuais.

A versão final dos carros pretende responder a todos estes desafios (ver anexo W).

Assim, a implementação deste *mizusumashi* ajuda a normalizar o fluxo de abastecimento a cada uma das operações reduzindo os desperdícios detectados aquando da caracterização da situação actual. Serve também de base para o *mizusumashi* projectado para o novo *layout*.

6.2. Algoritmo de planeamento em pull

Para além da empresa Amorim & Irmãos outra empresa foi alvo do trabalho desenvolvido durante este período, a RARO. Esta empresa também pertence ao grupo Amorim mas produz rolhas capsuladas, como por exemplo rolhas para vinho do Porto.

Na RARO o desafio era desenvolver uma base que sustentasse o planeamento até então feito de forma puramente manual e a gerir prioridades.

A metodologia seguida e o algoritmo são explanados em anexo (ver anexo X). Tenta-se ter presente questões de nivelamento para evitar o acumular das encomendas que dão origem à referida gestão de prioridades. Este problema acontece principalmente pela visão a curto prazo que se tinha anteriormente. Assim, o sistema pretende conjugar toda a informação presente e planear da melhor forma possível.

No âmbito do projecto de desenho de *layout* desenvolvido ao longo desta tese, este exemplo de planeamento em *pull* ajuda a perceber como seria desenvolvido o sistema de planeamento adaptado às especificidades da empresa Amorim & Irmãos.

7. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O trabalho desenvolvido analisou em detalhe importantes mecanismos de criação de fluxo. A passagem de uma fábrica com um *layout* funcional e sistema de planeamento em *push* a uma fábrica com *layout* orientado ao produto e sistema de planeamento em *pull* foi abordada de forma sistemática. O projecto “Desenho de um Sistema de Produção” introduziu uma metodologia normalizada de desenho de *layout* com base num espírito de melhoria contínua.

Na Amorim & Irmãos o projecto trouxe benefícios muito significativos. Desde logo a queda de alguns paradigmas como sendo o querer maximizar a ocupação das máquinas, o trabalho em sistema de lote, a especialização e dedicação de um operário a uma tarefa, o trabalho “empurrado” ao longo da fábrica e a rigidez de mentalidade relativamente ao processo. Em contraponto, estabeleceu-se uma consciência de melhoria contínua, um despertar para as vantagens de criação de fluxo, uma sensibilização para a importância que o cliente tem no processo produtivo e a constatação que a fábrica não é apenas a junção de vários departamentos, mas antes um sistema integrado que funciona todo ao mesmo ritmo.

Para além disso o projecto “Desenho de um Sistema de Produção” na Amorim & Irmãos idealizou aquilo que esta empresa pode ser num futuro muito próximo: uma empresa mais bem preparada para responder ao cliente, com menor capital investido, com recursos humanos mais autónomos, com maior facilidade de gestão e com menores desperdícios.

Os objectivos do projecto foram atingidos sendo que existe uma redução estimada de 32% no nível de stocks, de 85% no *lead time*, de 46% na área produtiva, de 14% no número de pessoas para além de todos os benefícios não quantificáveis que advêm da criação de fluxo.

Assim, e mesmo tendo em conta os grandes custos de estrutura que a indústria da cortiça apresenta, o projecto torna-se rentável ao fim de três anos e seis meses, sendo uma oportunidade clara para a Amorim & Irmãos.

Como perspectiva de trabalho futuro encontra-se o completar da metodologia desenvolvida ao nível da implementação. Pôr em prática todo o estudo realizado de uma forma sistemática e bem organizada. Por outro lado, será interessante também analisar a criação de fluxo na cadeia do Grupo Amorim como um todo, principalmente ao nível de stocks entre fábricas, consequência directa da forma de planeamento da cadeia (caso estudado entre a Amorim Florestal e a Amorim & Irmãos).

Em suma, o projecto para além de todas as valências pessoais, seja ao nível da acumulação experiência, seja ao nível de pôr em prática todo o conhecimento obtido, trouxe um potencial de melhoria muito grande para a organização onde foi estruturado. Por tudo isto, mostrou-se uma experiência muito gratificante e enriquecedora.

8. Referências e Bibliografia

- Baudin, M. “Lean Logistics”. New York, Productivity Press, 2004
- Black, J. T. “The design of the factory with a future”. New York, McGraw-Hill, 1991.
- Chase, Jacobs e Aquilano (Eleventh Edition), “Operations Management for Competitive Advantage”. New York, McGraw-Hill, 2006
- Coimbra, E. “Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains”. New Zealand, Kaizen Institute, 2009
- Imai, M. “Gemba Kaizen - Estratégias e Técnicas do Kaizen no Piso da Fábrica”. São Paulo, IMAM, 2000.
- Imai, M. “Kaizen - The Key to Japan's Competitive Success”. New York, McGraw-Hill, 1986.
- Kaizen Institute, Manual KMS, 2009
- Kaizen Institute, Manual TFM, 2009
- Karmarkar, U.S. “Push, Pull and Hybrid Control Schemes”. Tijdschrift voor Econornie en Management 3, 1991
- Monden, Y. “Toyota Production System”. Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Ga., 1983.
- Moore, J. M. “Plant Layout and Design”. New York, NY: MacMillan Publishing Co., Inc., 1962.
- Olivério, J. L. “Projecto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais”. São Paulo, IBLC, 1985.
- Productivity Press Development Team. “Kanban for the shopfloor “. Shopfloor series, 2002
- Rother e Shook. “Learning to see”. Shingo prize, 1998
- <http://www.pro.poli.usp.br/graduacao/todas-as-disciplinas/projeto-da-fabrica>
[último acesso: 24 Março 2009]

Anexo A: Número médio de vendas por mês por calibre para o ano 2008

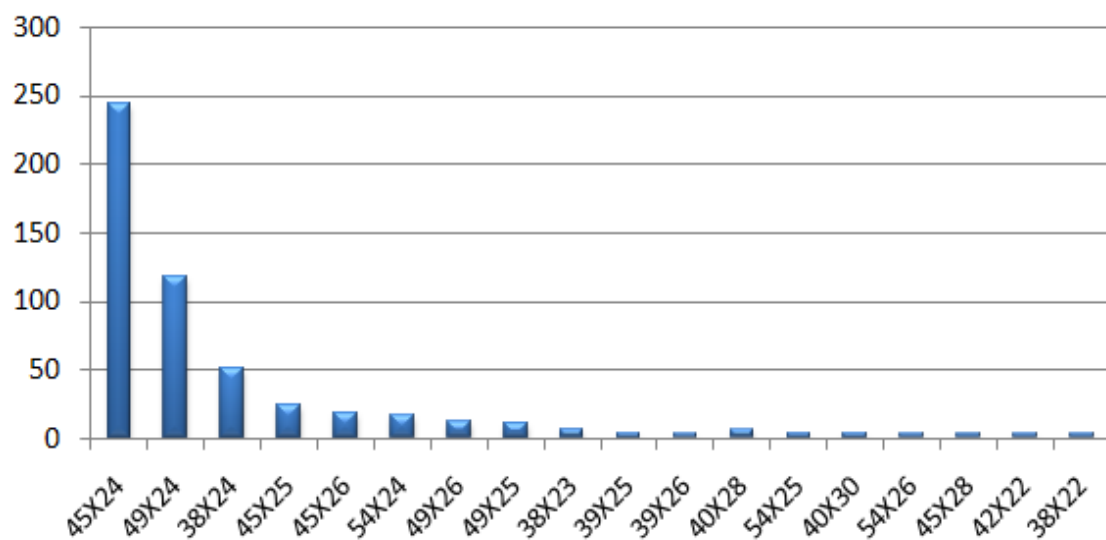


Ilustração A.1 – Número médio de vendas por mês por calibre em 2008

Anexo B: Distribuição de vendas por classe dos calibres 45x24 e 49x24

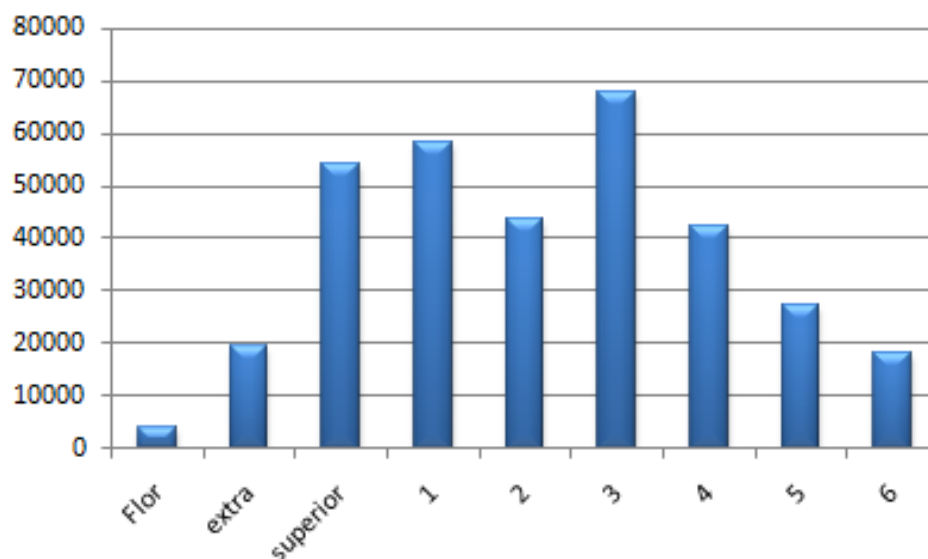


Ilustração B.1 – Vendas por classe do calibre 45x24

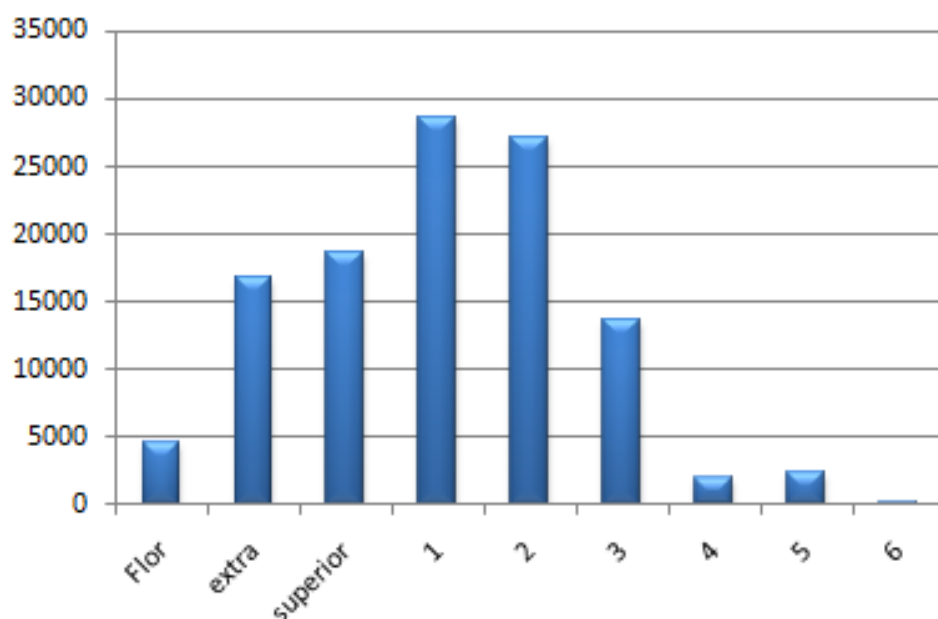


Ilustração B.2 – Vendas por classe do calibre 49x24

Anexo C: Análise de problemas e oportunidades de melhoria sector a sector

Operação	Problema detectado	Solução proposta
<p>Seleccção</p> <p>(ver ilustração C.1)</p>	<p>Nas instalações da Amorim florestal (descrição no ponto 3.4.) os fardos já foram escolhidos e divididos. Esta operação é justificada pela baixa qualidade da selecção anterior e pelo facto de esta escolha ser largamente compensada pelos ganhos monetários que acarreta.</p>	<p>O fornecedor deverá entregar a cortiça já escolhida e pronta para passar à operação de rabanear.</p>
<p>Rabanear</p> <p>(ver ilustração C.2)</p>	<p>Paletes muito grandes - o operador perde tempo a ir buscar os fardos de cortiça à parte final da paleta (só é realmente produtivo para os fardos mais próximos, porque não precisa de sair do lugar para os apanhar);</p> <p>Serra única – o operador passa o mesmo fardo de cortiça várias vezes até cortar o fardo todo;</p> <p>Operador a recolher pontas – existe um operador que unicamente recolhe as pontas do chão, isto é, aquilo que não passa para as brocas, os excessos que já não dão para ser furados.</p>	<p>Paletes mais pequenas e não tão cheias - na fase de selecção (se não for eliminada) constituir paletes mais pequenas que não obrigue a um elevado muda de movimentação. Se possível receber do fornecedor já em unidades de movimentação mais pequenas.</p> <p>Sistema de corte automatizado com várias serras - número de serras dimensionado para o tamanho máximo dos fardos de cortiça (excluir picos de tamanho pois podem ser reprocessados); o operador simplesmente pega no fardo e coloca-o nuns batentes que o conduzem até às várias serras. O sistema automático de corte será também capaz de identificar a ponta e exclui-la.</p>
<p>Brocas</p> <p>(ver ilustração C.3)</p>	<p>Elevado stock – nas brocas existe em espera elevado stock de fardos de cortiça já cortados porque a distribuição dos mesmos por operador é feita através de gestão visual. Isto é, quando um operador vê que a moega que está a ser enchida chega à sua capacidade máxima, por sistema electrónico de batentes, direcciona o fluxo de fardos para a moega de outro operador. Isto implica que, para as brocas a pedal (que são constituídas por seis postos), o stock a acumular numa moega tenha que ser o suficiente para dar tempo de encher as outras 5 moegas.</p>	<p>Níveis de stock mais baixos e mudanças mais frequentes das moegas a encher – redução de lead time</p>

Deslenhar (ver ilustração C.4)	<p>O principal problema que esta operação apresenta prende-se com desperdício de transporte. A raça sai à altura de 60 cm da broca automática. Uma girafa eleva-a até uns determinados carros. Estes são depois movimentados até à zona de deslenhar. Em seguida a raça é despejada para uma girafa que a eleva mais uma vez para passar no processo de deslenhar. Depois já em sacos de rede as rolhas são levadas manualmente (20m) para zona própria para serem transportadas para a operação seguinte.</p>	<p>Integrar – quando a rolha sai das brocas automáticas deve ir directamente para a operação de deslenhar; usar a moega da própria máquina de deslenhar como um pequeno buffer.</p>
Pré-secagem (ver ilustração C.5)	<p>Um dia de pré-secagem – a uma temperatura de pouco mais de 20 °C as rolhas ficam de um dia para o outro na pré-secagem (local aquecido).</p> <p>Muda de transporte/inventário – a pré-secagem fica numa zona distante da operação anterior (brocas) e da posterior (acabamentos mecânicos). Tem que ser o empilhador a transportar lotes de sacos de rede (muda de inventário).</p>	<p>Posicionamento – aproximar a pré-secagem dos processos posterior e anterior.</p> <p>Alterar processo de pré-secagem - continuar o fluxo por tapete automático desde a zona das brocas até à zona dos acabamentos mecânicos e trabalhar as rolhas (fazer pré-secagem) por aumento da temperatura, por centrifugação, por jactos de vapor a temperatura muito elevada, por aquecimento da zona das brocas, etc... Ou utilizar máquina para fazer a secagem.</p> <p>Ou, Sistema actual alterado – como o sistema actual de zona própria fechada mas dimensionar para o mínimo de espaço necessário, aumentar a temperatura, e permitir FIFO(duas portas em lados opostos).</p>
AM: Polir (ver ilustração C.6)	<p>Muda de transporte – chegados da pré-secagem os sacos de rede são movimentados pelo empilhador para o patamar superior onde são despejados nas moegas das máquinas de polir (operação realizada à mão).</p> <p>Sobre-processamento – depois da operação de polir as rolhas são despejadas para pequenos cestos. Quando o cesto está cheio este é despejado manualmente em sacos maiores para passar à operação seguinte (topejar).</p>	<p>Integrar - após a pré-secagem um sistema de girafas (se opção por zona fechada de pré-secagem como actualmente) ou a continuação do tapete mecânico (se opção de alteração o processo) deverá introduzir as rolhas nas máquinas de polir</p> <p>Integrar acabamentos mecânicos – as máquinas de polir e de topejar deverão funcionar em conjunto. Ao sair de uma máquina entra directamente na outra, seja por sistema simples de girafa permitindo um buffer, seja por sistema de integração total de uma máquina na outra, funcionando as duas como uma só.</p>

AM: Topejar (ver ilustração C.7)	<p>Muda de transporte – já nos sacos maiores, as rolhas são transportadas por empilhador para o patamar superior para serem despejadas (manualmente) nas moegas das máquinas de topejar.</p> <p>Sobre-processamento – depois de topejar as rolhas saem para pequenos cestos. Quando o cesto esta cheio este é despejado manualmente em sacos maiores para passar à operação seguinte (primeira escolha electrónica). Estes sacos antes ainda de serem movimentados são cosidos.</p> <p>Muda de inventário e de transporte – após algum tempo em espera os sacos são transportados por empilhador (cerca de 200m) para as moegas das máquinas da primeira escolha electrónica.</p>	<p>Integrar – após topejar, por sistema automático (girafas), as rolhas devem passar para as moegas da 1ª escolha electrónica. Isto é, as três operações (polir, topejar e 1EE) devem estar integradas numa só.</p>
1EE (ver ilustração C.8)	<p>Muda de transporte e sobre-processamento – após 1EE as rolhas vão novamente para sacos para serem transportadas para a próxima operação. Os sacos são cosidos e movimentados em carros individuais para uma zona de stock. Em seguida são transportados de empilhador para a zona de lavação.</p>	<p>Canais dedicados – Após a 1EE, cada máquina divide as rolhas em classes de produção (AA, A, B, C). Em vez de irem para sacos, as rolhas devem ser recolhidas para canais dedicados.</p>
Lavação (ver ilustração C.9)	<p>O principal problema nesta fase prende-se com a descarga das máquinas de lavar. É preciso ter um operador parado a olhar para a máquina durante todo o tempo de descarga para simplesmente mudar de saco quando este estiver cheio (cada lote de lavação enche cerca de 2 sacos).</p>	<p>Integrar – lavação e secagem numa só máquina (possibilidade não testada).</p> <p>Utilizar cestos com capacidade de 20ML.</p>
Secagem (ver ilustração C.10)	<p>Muda de transporte / inventario – após a lavação enchem-se novamente sacos para irem para a secagem (geograficamente distante). Após secagem enchem-se novamente sacos para ir para a segunda escolha electrónica.</p> <p>Muda de sobre-processamento – os sacos após secagem são mais uma vez cosidos.</p>	

<p>2EE (ver ilustração C.11)</p>	<p>Muda de transporte / sobre-processamento – os sacos depois de serem transportados até à 2EE são despejados manualmente para as moegas das máquinas. Este tipo de desperdício também acontece na passagem para a operação seguinte (escolha passagem). De destacar que após a escolha os sacos são novamente cosidos.</p>	<p>Integrar – dedicar máquinas de 2EE e integrar com as máquinas de escolha passagem. Utilizar sistema de canais dedicados</p>
<p>EP – controlo de processo – Embalagem (ver ilustração C.12)</p>	<p>Muda de transporte / inventário – operações muito distantes têm por consequência a acumulação de stock.</p>	<p>Integrar numa única operação – como resultado deveria sair já o produto final pronto a ir para o cliente.</p>



Ilustração C.1 – Zona de selecção



Ilustração C.2 – Máquina de rabanear



Ilustração C.3 – Zona das brocas



Ilustração C.4 – Máquina de deslenhar



Ilustração C.5 – Pré-secagem



Ilustração C.6 – Zona de polir



Ilustração C.7 – Zona de topejar



Ilustração C.8 – Máquina de 1EE



Ilustração C.9 – Zona de lavação



Ilustração C.10 – Máquina de secagem



Ilustração C.11 – Zona 2EE



Ilustração C.12 – Escolha passagem e embalagem

(EP do lado esquerdo e embalagem do lado direito)

Anexo D: Desdobramentos em cada uma das escolhas para os calibres 45x24 e 49x24

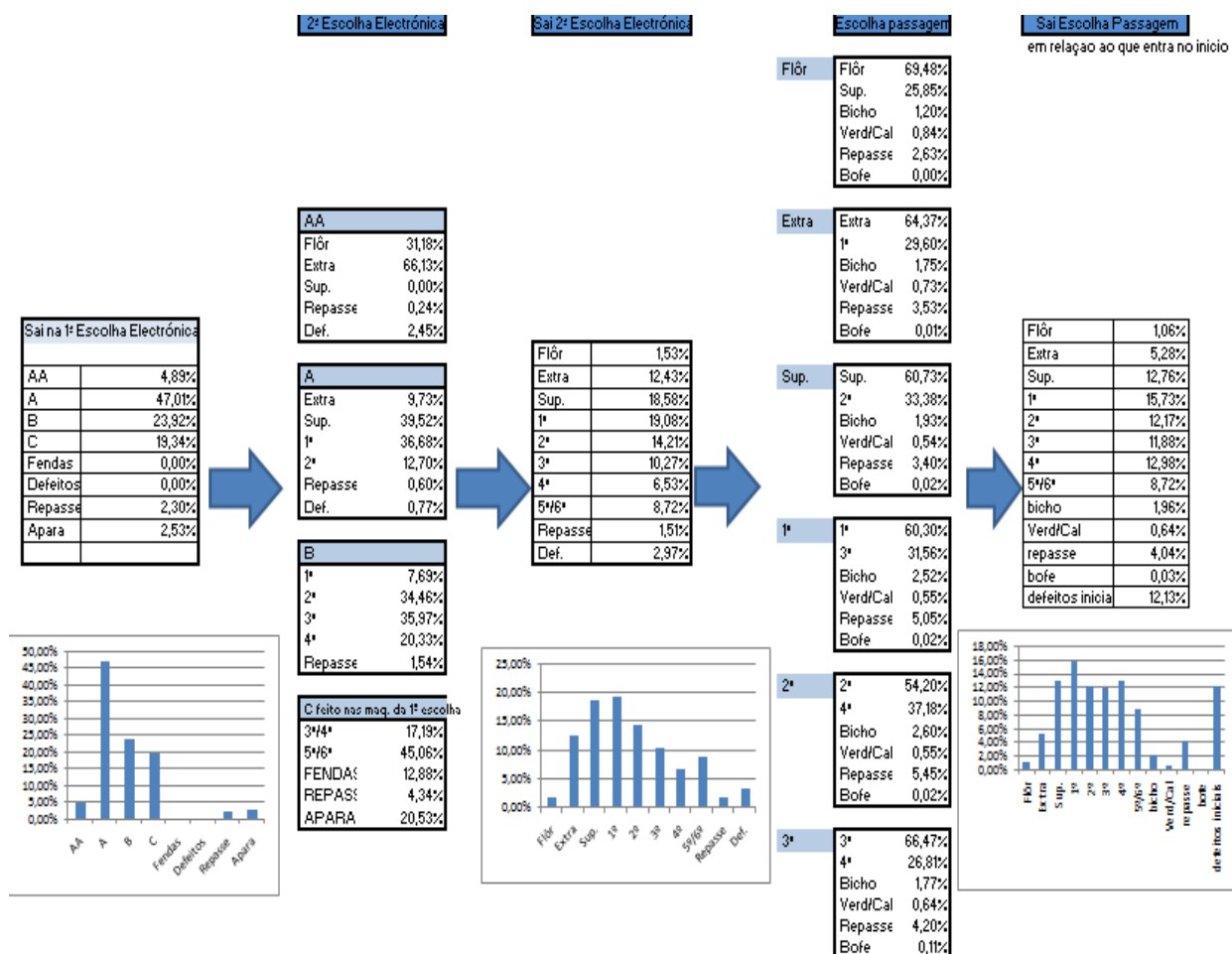


Ilustração D.1 – Desdobramentos em cada uma das escolhas do calibre 45x24

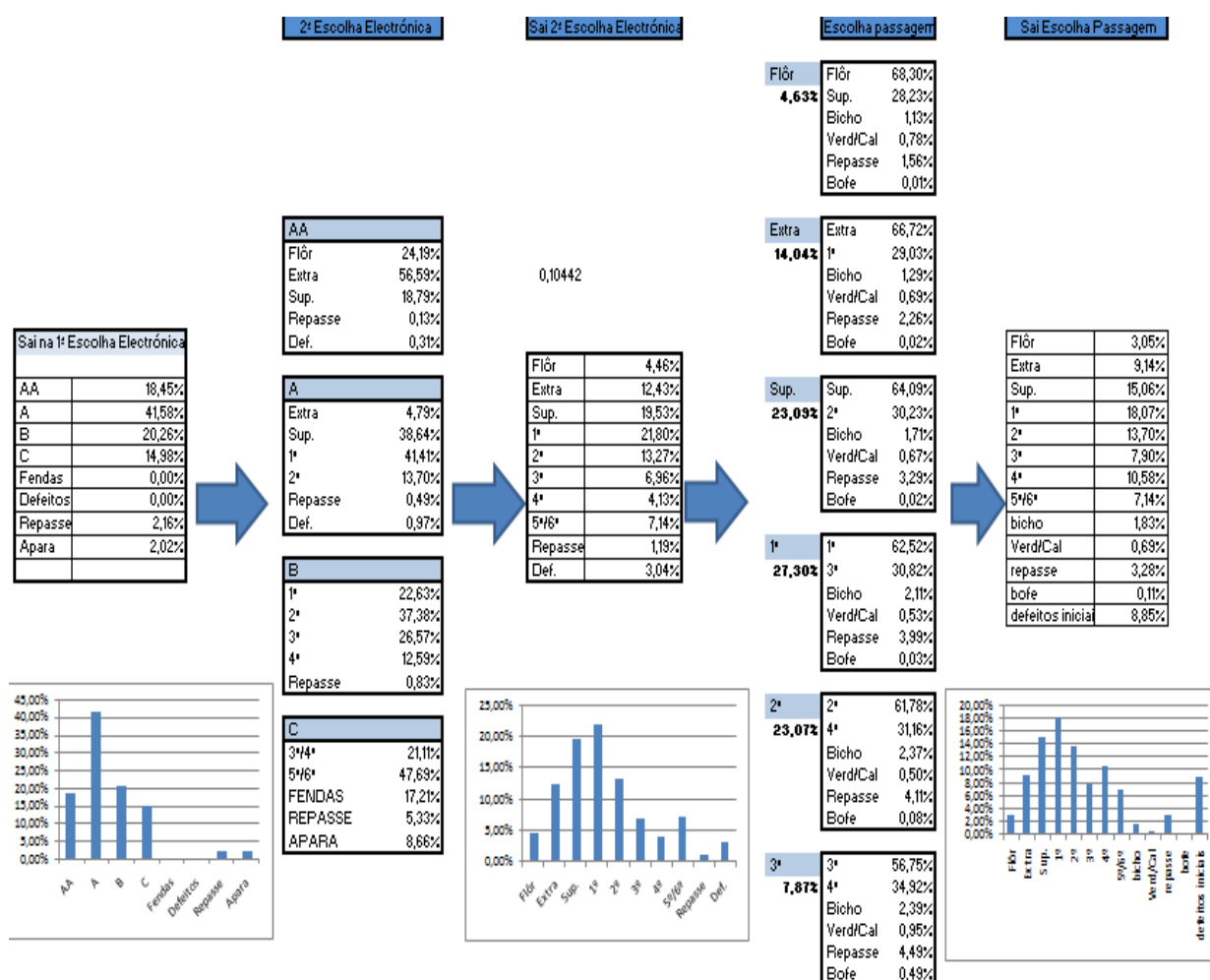


Ilustração D.2 – Desdobramentos em cada uma das escolhas do calibre 49x24

Anexo E: Orçamento de 2009 para o fluxo de reproprocessamentos - diminuição de calibre

Tabela E.1 – Fluxo de reproprocessamentos valores orçados para 2009

			Rolhas para transformação					
Calibre	Si	Produção	45X24	49X24	54x24	38X24	39X26	33X23
45X24	8994,6	275482,5				64365,9		541,9
49X24	3186,1	90676	24168,25					307,8
45X26	2286,7	39931,2	11271,9			3274,7	982,0	
Grosso	332	11194,9					1037,8	
49X26	850,2	2797,4		1129,9			442,6	
54X24	390,8	1071,8		289,8				4,9
54x25/26	57,9	151,1		35,9	124			
Outros	0	0						
39X26	326,3					93,7		
38X24	2500	1400						2491,7
33X23	36,87838							
Total	18961,6	422705,1	35440,15	1455,6	124	67734,3	2462,5	3346,3

Anexo F: Esquemas de movimentação de materiais na área produtiva



Ilustração F.1 – Movimentação desde a recepção até à pré-secagem



Ilustração F.2 – Movimentação desde Pré-secagem até aos AM e destes até à 1EE



Ilustração F.3 – Movimentação desde a 1EE até a lavação (e fluxo das rolhas C que voltam para a 1EE) desta para a secagem, e desta até à 2EE



Ilustração F.4 – Movimentação desde a 2EE até à EP e desta até à Zona de expedição

Anexo G: Análise sectorial situação actual: pessoas, número de máquinas e número de turnos

Tabela G.1 – Afecção de pessoas a postos e a operações

função	operador máquina	limpeza	transporte	Empilhador	vigilante/manobra	afinador	revestimentos	controlo de qualidade	responsável	total
Operação										
Rabear	22	1	2	1		1			1	28
Broca pedal	16		1			1			1	19
Broca semi automática	16									16
Broca automática	23	1	0			2				26
Deslenhar					3					3
Pré-secagem			2							2
Topejar			5		5	3			2	15
Polir					5					5
1ª EE			3		7				1	11
Lavação				3	4		2		2	11
Secagem					6					6
2ªEE			1		3					4
Escolha Passagem	42		3					2	1	48
Escolha da embalagem	2		2							4
Tapete Embalagem	0									0
Total	121	2	19	4	33	7	2	2	8	198

Tabela G.2 – Número de máquinas e de turnos por operação

	Número de máquinas	Número de turnos
Rabear	18	1
Broca pedal	18	1
Broca semi automática	24	1
Broca automática	9	1
Deslenhar	6	3
Pré-secagem	0	
Topejar	25	1
Polir	22	1
1ª EE	19	2
Lavação	17	2
Secagem	4	2,5
2ªEE	12	2
Escolha Passagem	20	1
Escolha da embalagem	4	1
Tapete Embalagem	1	1

Anexo H: Análise do tipo de stock na zona de expedição**Tabela H.1 – Distribuição do stock na zona de expedição**

Tipo de stock	Quantidade (ML)
Armazém Stock Segurança	19 830
Armazenamento	2 110
Expedição Caixas	3 749
Expedição Sacos	16 311
Total	42001

Tabela H.2 – Distribuição do stock de segurança por classe para os calibres 45x24 e 49x24

Classe / Calibre:	45x24	49x24
Flor	0	0
Extra	800	700
Sup	2000	1750
1º	2800	2400
2º	2000	1750
3º	800	700
Total	8400	7300

Anexo I: Análise dos tempos de ciclo reais**Tabela I.1 – Tempo de ciclo real para cada uma das operações**

Operação	Tcr (min/ML/Maq)
Rabear	4,57
Broca pedal	29,23
Broca semi-automática	24,07
Broca automática	3,16
Deslenhar	5,00
Pré-secagem	1 dia
Topejar	5,66
Polir	5,66
1ª EE	5,36
Lavação	4,50
Rosa	1,50
2ªEE	4,69
Escolha Passagem	4,02
Escolha embalagem	1,61
Tapete embalagem	0,56

Anexo J: Cálculo da quantidade a passar em cada uma das operações da linha 45x24

Tabela J.1 – Fluxos de entrada na linha 45x24

Fluxos de entrada:	Quantidade (ML)
Quantidade a entrar para as brocas	309750
Repasse de classes prontas	15000

Na tabela J.2 já se inclui a taxa de defeituosos (que na indústria da cortiça podem ser entendidos como apara, repasse ou mistura), logo, a quantidade apresentada não é a quantidade procurada pela(s) operação(ões) cliente(s) mas sim a quantidade a ser processada.

Tabela J.2 – Quantidade a passar em cada operação da linha 45x24

Operação	Qtd de rolhas (ML)	Descrição
Rabear	309750	Igual à quantidade total de broca definida em orçamento.
Broca pedal	36720	Por acordo representa 12% do total a brocar.
Broca semi-automática	48960	Representa 16% do total a brocar.
Broca automática	224071	Representa 72% do total a brocar.
Deslenhar	224071	Igual à quantidade a passar pela broca automática
Pré-secagem	298546	O que sai das brocas manuais e semi-automáticas mais 95% do que entra no deslenhar (5% de refugo que representa o defeito).
Topejar	298546	Igual à pré-secagem.
Polir	298546	Igual à pré-secagem.
1ª EE	298546+57747	Igual à pré-secagem (298546) contudo há necessidade de voltar a passar a classe de produção C – percentagem dada pelo desdobramento ver ilustração D.1.
Lavação	284127	Passa todo o fluxo anterior (298546) menos aquelas rolhas que são rejeitadas (% de defeituosos) na 1ª EE - percentagem dada pelo desdobramento ver ilustração D.1.
Rosa	284127	Igual à lavação.
2ª EE	226380	Será tudo que foi lavado menos a classe de produção C que já foi passada na 1ª EE (284127-57747).
Escolha Passagem	268967	Dado pela abertura feita ao nível da 2ª EE somada às percentagens de repasse (diminuição de classe) ver ilustração D.1.
Escolha da embalagem	19233	São as rolhas resultado da escolha passagem (que será igual ao volume saído da 2ª EE diminuído dos defeitos detectados na EP). Para o calibre 45x24 só um cliente é que exige a passagem ao nível da escolha de embalagem. Este representa 11% da quantidade.
Tapete Embalagem	153820	Os restantes 89% para embalar.
Final	173053	

Anexo K: Cálculo da quantidade a passar em cada uma das operações da linha 49x24

Tabela K.1 – Fluxos de entrada na linha 49x24

Fluxos de entrada:	Quantidade (ML)
Quantidade a entrar para as brocas	115238
Repasseagem de classes prontas	10000

Na tabela K.2 já se inclui a taxa de defeituosos, assim a quantidade apresentada não é a quantidade procurada pela(s) operação(ões) cliente mas sim a quantidade a ser processada.

Tabela K.2 – Quantidade a passar em cada operação da linha 49x24

Operação	Qtd de rolhas (ML)	Descrição
Rabear	115238	Igual à quantidade total de broca definida em orçamento.
Broca pedal	14055	Por acordo representa 12% do total a brocar.
Broca semi automática	18740	Representa 16% do total a brocar.
Broca automática	82442	Representa 72% do total a brocar.
Deslenhar	82442	Igual à quantidade a passar pela broca automática.
Pre-secagem	111115	O que sai das brocas manuais e semi-automáticas mais 95% do que entra no deslenhar (5% de refugo que representa o defeito).
Topejar	111115	Igual à pré-secagem.
Polir	111115	Igual à pré-secagem.
1ª EE	111115+16647	Igual à pré-secagem (111115) contudo há necessidade de voltar a passar a classe de produção C – percentagem dada pelo desdobramento, ver ilustração D.2.
Lavação	106477	Passa todo o fluxo anterior (111115) à excepção daquelas rolhas que são rejeitadas (% de defeituosos) na 1EE - percentagem dada pelo desdobramento ilustração D.2.
Rosa	106477	Igual à lavação
2ªEE	89830	Será tudo que foi lavado excepto a classe de produção C que já foi passada na 1 EE (106477-16647)
Escolha Passagem	105339	Dado pela abertura feita ao nível da 2EE somado às percentagens de repasseagem (diminuição de classe) ilustração D.2.
Escolha da embalagem	68215	São as rolhas que resultam da escolha passagem (que será igual ao volume saído da 2EE diminuído dos defeitos detectados na EP). Para o calibre 49x24 é aplicada mais uma escolha a todas as rolhas.
Final	68215	Igual ao valor da escolha de embalagem porque as verificações que não são aceites ao nível desta escolha final são passadas novamente, contudo não existe rejeição.

Anexo L: Cálculo da quantidade a passar em cada uma das operações da linha mista

Tabela L.1 – Fluxos de entrada na linha mista

Fluxos a considerar	Quantidade (ML)
Quantidade a reprocessar Ref C	16600
Quantidade a reprocessar 45x24 e 49x24	31180
Quantidade a passar de broca Ref C	56000
Compra de raça	41400
Compras de rolhas	100000
Rejeitados a repassar (devoluções)	25000

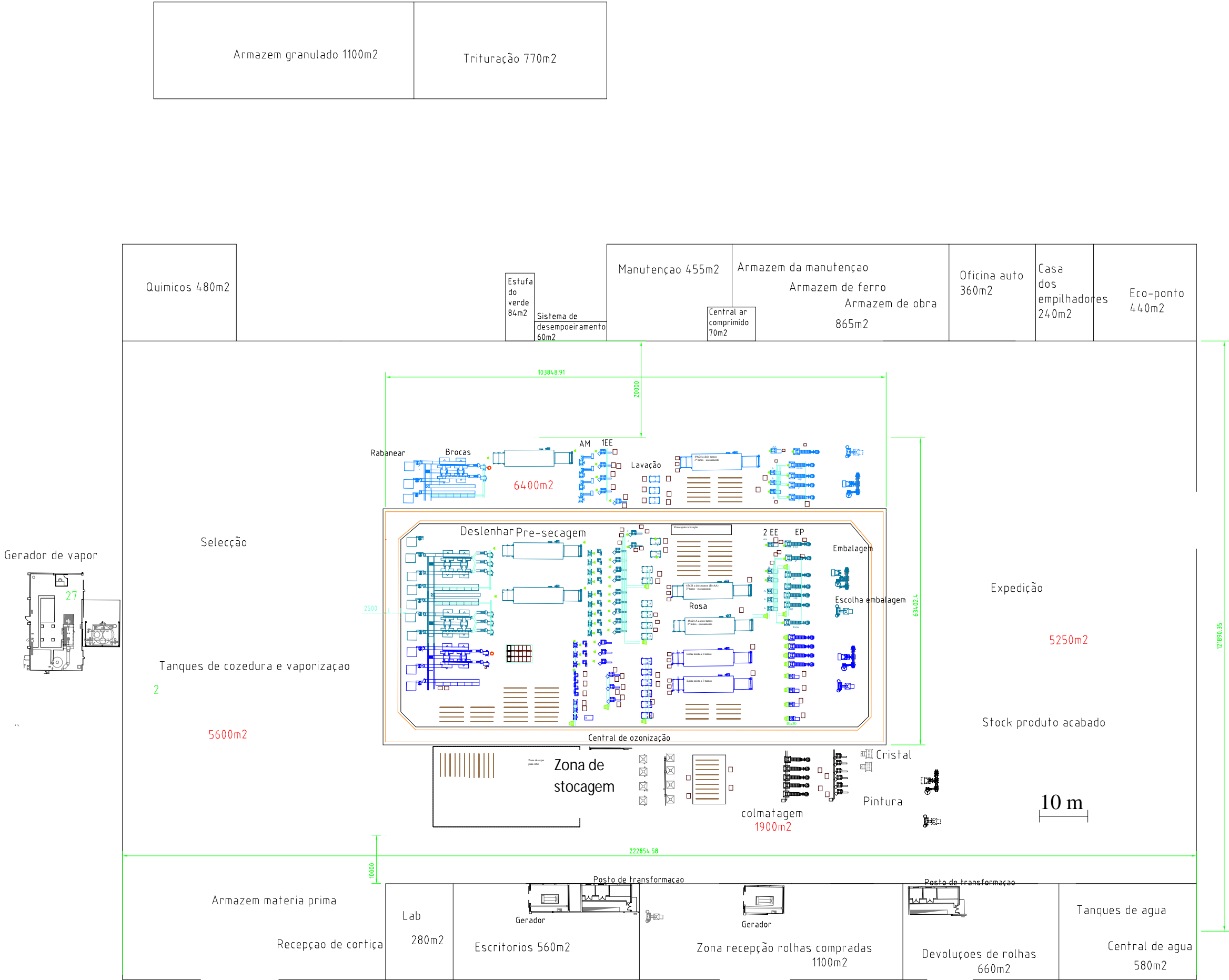
Na tabela L.2 já se inclui a taxa de defeituosos, logo, a quantidade apresentada não é a quantidade procurada pela(s) operação(ões) cliente(s) mas sim a quantidade a ser processada.

Tabela L.2 – Quantidade a passar em cada operação da linha mista

Operação	Qtd de rolhas (ML)	Descrição
Rabear	56000	Igual à quantidade a passar de broca de Ref C.
Broca a pedal	3922	Segundo as classes consideradas 7% da cortiça é destinada a brocas a pedal.
Broca semi-automática	0	
Broca automática	52078	Os restantes 93%
Deslenhar	52078	Igual à quantidade a passar pela broca automática
Pré-secagem	53396	O que sai das brocas a pedal mais 95% do que entra no deslenhar (5% de refugo que representa o defeito)
Topejar	215601	Será igual à soma da quantidade saída da pré-secagem (53396) com as compras de raça (41400) mais os reprocessamentos que necessitam de ser topejados - ue não são todos - (16600 +31180 -10200) mais aqueles que futuramente serão colmatados, pois já foram identificados como tal, mas que têm que ver o calibre diminuído (83225).
Polir	193121	Com os mesmos fluxos do topejar, a não ser ao nível dos reprocessamentos, onde por exemplo, a quantidade a reprocessar de 45x24 e 49x24 já não entra porque não necessita desta operação (16600-1500).
1ª EE	145180	Será tudo o que passa antes, isto é, o que sai da pré-secagem (53396) juntamente com os reprocessamentos (16600+31180) mais as referências C (56000).
Lavação	268405	Será tudo que sai da 1EE (que é igual ao que entra diminuído somente da apara, que neste caso representa um valor muito baixo) mais os futuros colmatados que já haviam passado pelos acabamentos mecânicos (83225) mais 40% das compras de rolhas.
Rosa	328405	Será tudo que passa na lavação mais os 60% de rolhas compradas que não precisam de ser lavadas.

2ºEE	102757	Será 22500 das ref. C porque grande parte só necessita de uma escolha (a 1EE), mais cerca de 70% das compras de raça, mais cerca de 50% das compras de rolhas.
Escolha Passagem	175828	Valor referente a: rejeitados a repassar (25000), mais cerca de 50% das compras de rolhas, mais cerca de 30000 das referências C, mais cerca de 90% das compras de raça, mais 80% dos reprocessamentos.
Escolha da embalagem	83871	Cerca de 42% da quantidade final
Tapete Embalagem	113723	Cerca de 58% da quantidade final
Final	197594	Total da quantidade que sai do processo produtivo somado a todos os fluxos que não passam pela escolha passagem como é o caso das compras.

Anexo M: Layout da nova fábrica



Anexo N: Estudo das áreas de suporte**Tabela N.1 – Análise das áreas para a fábrica desenhada**

Zona	Descrição	Área (m2)
Recepção	Local onde as paletes de fardos de cortiça são recebidas.	6400
Armazém matéria-prima	Zona de armazenagem das paletes de fardos de cortiça.	
Cozedura	Tanques de cozedura para tratar os fardos de cortiça após a recepção.	
Seleccção	Operação de selecção descrita no ponto 3.3.1 se esta não for eliminada como sugerido anteriormente.	
Stock produto acabado	Zona de armazenamento do produto acabado.	5103
Expedição	Zona de expedição.	
Químicos	Laboratório e armazém de produtos químicos.	480
Armazém granulado	Armazém de produto resultante da trituração.	1100
Estufa do verde	Zona de tratamento de fardos de cortiça que se encontram com impurezas ("verde").	84
Trituração	Zona onde é moída a apara que sai das brocas que assim pode ser vendida.	770
Sistema de desempoeiramento	Sistema que permite tirar o pó resultante das operações dos acabamentos mecânicos.	60
Manutenção	Zona de manutenção da zona produtiva.	455
Armazém da manutenção	Armazém onde se localizam todos os componentes necessários à manutenção.	865
Armazém de ferro	Armazém onde se localiza todo o material de ferro.	
Armazém de obra	Armazém onde se localiza todo o material que é comprado e está à espera para ser utilizado.	
Oficina Auto	Oficina automóvel.	360
Casa dos empilhadores	Zona de carregamentos dos empilhadores eléctricos.	240
Ecoponto	Ecoponto	440
Tanques de água	Zona de reserva de água.	580
Central de água	Zona de tratamento de água.	
Devolução de rolhas	Zona de devolução de rolhas.	660
Recepção rolha compradas	Zona de recepção de raça e de rolhas compradas.	1100
Escritórios	Escritórios.	560
Laboratório	Laboratório.	280
Corredores	Zonas mortas.	6690
Total		26227

Anexo O: Alternativas ponderadas à localização do novo *layout*

Existem duas alternativas ao *layout* proposto. A primeira representada na ilustração O.1 tem como principal vantagem o facto de não ser necessário movimentar as brocas poupando os custos inerentes a tal alteração. Por outro lado, tem como desvantagens o facto de se encontrar restringida no meio da fábrica não tendo por onde crescer se for necessário, e as operações de brocas e pré-secagem não estarem integradas.



Ilustração O.1 – Hipótese alternativa para *layout* nº 1

Outra hipótese seria a apresentada na ilustração O.2. Esta tem a vantagem de ter mais espaço tanto para a recepção de matéria-prima como para a zona de expedição quando comparada com a hipótese anterior. Tem a desvantagem de ter a necessidade de uma alteração na direcção das brocas o que representa custos adicionais relativamente à hipótese anterior, contudo relativamente à opção seleccionada é uma vantagem, pois o sistema de desempoeiramento ficaria inalterado.



Ilustração O.2 – Hipótese alternativa para *layout* nº 2

Comparadas todas as alternativas, a hipótese escolhida, embora apresente um maior investimento, reflecte a possibilidade de crescer no futuro.

Anexo P: Dimensionamento de supermercado de produto acabado

Como já foi abordado na secção 2.2.3.1 o nível de reposição do supermercado resulta do produto do *lead time* de reposição pela procura média ao qual se adiciona um factor de segurança. Assim as tabelas P.1 e P.2 (para o caso do 45x24 e 49x24 respectivamente) apresentam a procura média, o *lead time* de reposição atribuído, a procura máxima (para estudar efeitos de picos de procura), e a procura máxima para 99% dos casos.

Tabela P.1 – Análise de vendas por classe do calibre 45x24

Classe	Procura média (ML/encomenda)	Lead time (dias)	Procura máxima (ML/encomenda)	Máximo de 99% dos casos
Flor	50	1,5	320	320
Extra	113	1	1900	800
Superior	145	1	1680	800
1º	143	1	880	600
2º	160	1	960	800
3º	187	1	880	750

Tabela P.2 – Análise de vendas por classe do calibre 49x24

Classe	Procura média (ML/encomenda)	Lead time (dias)	Procura máxima (ML/encomenda)	Máximo de 99% dos casos
Flor	49	1,5	280	280
Extra	96	1,5	560	420
Superior	123	1	630	630
1º	142	1	700	700
2º	196	1	840	700
3º	124	1	490	490

Assim, o nível de reposição que se propõe passa pelo produto do *lead time* pelo máximo para os 99% dos casos. Isto é, admite-se que em alguns casos não haverá entrega imediata tendo o cliente que esperar mais tempo. Isto acontece para picos de procura muito elevados; é de notar que a procura média anda muito abaixo da máxima. Mesmo assim, o facto de se salvaguardar a resposta imediata para 99% dos casos, já contempla um factor de segurança bastante elevado relativamente à média da procura.

No caso do factor de segurança para o *lead time* este será dado pela diferença entre o *lead time* calculado (notar que inferior a 1 dia) e o dimensionado para efeitos de nível de reposição. A tabela P.3 apresenta um resumo dos cálculos.

Tabela P.3 – Nível de reposição para as várias referências de produto acabado

Classe	NR 45x24 (ML)	NR 49x24 (ML)
Flor	-	-
Extra	800	630
Superior	800	630
1º	600	700
2º	800	700
3º	750	490
Total	3750	3150

Anexo Q: Orçamento para novo layout**Rabanear e Brocas**

	<u>QTD.</u>	<u>€/un</u>	<u>VALOR</u>
<u>MUDANÇA DE EQUIPAMENTOS</u>			
<i>Desmontagem e Montagem dos Equipamentos</i>			12.000 €
5 pessoas x 15 dias x 8 horas	600 un	20 €	12.000 €
<u>CONSTRUÇÃO CIVIL</u>			
<i>Vala para o transporte de apara (+30%)</i>		1,30	94.874 €
63 ML X 2ML X 2ML	252 un	260 €	65.520 €
Entivação	252 un	20 €	4.914 €
Zona do destroçador 4ml*4ml*2ml	32 un	260 €	8.320 €
Gradil amovível para fecho de vala 62ml*2ml	124 un	130 €	16.120 €
<u>NOVOS EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS</u>			
Transporte de apara e desempoeiramento do deslenhar			57.000 €
Filtro para transporte alternativo	1 un	25.000 €	25.000 €
Silo com fundações	1 un	30.000 €	30.000 €
Tubagem para trituração (100ml)	100 un	20 €	2.000 €
Tapete entre brocas com caixa de visita			27.000 €
Tapete (3 grupos)	3 un	7.500 €	22.500 €
Caixas (3 grupos x 6 brocas)	18 un	250 €	4.500 €
<i>Subtotal</i>			190.874 €

Deslenhar

	<u>QTD.</u>	<u>€/un</u>	<u>VALOR</u>
<u>MUDANÇA DE EQUIPAMENTOS</u>			
<i>Desmontagem e Montagem dos Equipamentos</i>			640 €
2 pessoas x 2 dias x 8 horas	32 un	20 €	640 €
<u>CONSTRUÇÃO CIVIL</u>			
<i>Sistema de transporte para as estufas</i>		1,00	5.700 €
Cova para moegas	3 un	1.900 €	5.700 €
<u>NOVOS EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS</u>			
Máquinas novas de escolha			132.000 €
Máquinas novas de escolha	4 un	30.000 €	120.000 €
Tapetes de junção das raças	2 un	2.000 €	4.000 €
Tapetes com distribuidores	2 un	4.000 €	8.000 €
<i>Sistema de transporte para as estufas</i>			18.000 €
Tapete liso (200mm)	3 un	1.500 €	4.500 €
Girafa	3 un	4.500 €	13.500 €
<i>Subtotal</i>			156.340 €

Pré-secagem

	<u>QTD.</u>	<u>€/un</u>	<u>VALOR</u>
<u>MUDANÇA DE EQUIPAMENTOS</u>			
<i>Montagem e reabilitação de estufas de tapetes</i>			60.000 €
3 Estufas	3 un	20.000 €	60.000 €
<u>CONSTRUÇÃO CIVIL</u>			
		1,00	0 €
			0 €

NOVOS EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS

Estufa nova para as referencias C			66.400 €
Estufa ligada ao vapor	1 un	30.000 €	30.000 €
Girafas (saida do deslenhar ref.C)	2 un	2.000 €	4.000 €
Carros das Brocas Aut.	42 un	450 €	18.900 €
Carros das Brocas Pedal	54 un	250 €	13.500 €
Subtotal			126.400 €

Acabamentos Mecânicos e 1ªEE

	QTD.	€/un	VALOR
MUDANÇA DE EQUIPAMENTOS			
Desmontagem e Montagem dos Equipamentos			12.000 €
5 pessoas x 15 dias x 8 horas	600 un	20 €	12.000 €
CONSTRUÇÃO CIVIL			
Sistema de transporte para alimentação das Máq. Ponçar		1,00	5.700 €
Cova	3 un	1.900 €	5.700 €
<u>Linha 49x24</u>		1,00	1.900 €
Cova (Alimentação da Ref.C)	1 un	1.900 €	1.900 €
<u>Linha 45x24 (Galeria técnica)</u>		1,00	21.200 €
20 ML X 2ML X 2ML	80 un	200 €	16.000 €
Entivação	80 un	15 €	1.200 €
Gradil amovível para fecho de vala 20ml*2ml	40 un	100 €	4.000 €
<u>Linha Mista</u>		1,00	7.600 €
Cova (Alimentação)	4 un	1.900 €	7.600 €
NOVOS EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS			
Maquinas novas de escolha			81.000 €
Máquinas novas de escolha	3 un	27.000 €	81.000 €
<u>Linha 49x24</u>			74.500 €
Girafa (5m)	1 un	4.000 €	4.000 €
Tapete com 4 desviadores	1 un	4.000 €	4.000 €
Tapete Ponc/Top (aproveita/ das 2 linhas AMII)	1 un	1.600 €	1.600 €
Girafa de alimentação 1ªEE	4 un	3.100 €	12.400 €
Girafa de 6 pistas	4 un	5.000 €	20.000 €
Tapete simples de 8 ml. ©	1 un	2.000 €	2.000 €
Girafa alimentação máq. esc. ©	1 un	2.000 €	2.000 €
Girafa de 5 pistas	1 un	4.500 €	4.500 €
Carros de lig. às máq. de lavar	40 un	450 €	18.000 €
Caixas de inspecção (4 maq. * 6 saídas)	24 un	250 €	6.000 €
<u>Linha 45x24</u>			137.400 €
Girafa (5m)	2 un	4.000 €	8.000 €
Tapete com 4 desviadores	1 un	4.000 €	4.000 €
Tapete com 5 desviadores	1 un	5.000 €	5.000 €
Tapete Ponc/Top (9)	9 un	1.600 €	14.400 €
Girafa de alimentação 1ªEE	9 un	3.100 €	27.900 €
Tapete 4 pistas de 20 ml.	1 un	7.000 €	7.000 €
Tapete 1 pista de 20 ml.	2 un	5.000 €	10.000 €
Girafa com cova saída de Def. e Rep. p/ contentor	2 un	2.300 €	4.600 €
Girafa enterrada para alimentação das máq. de lavar	4 un	4.000 €	16.000 €
Girafa de 5 pistas (saída de C e AA)	2 un	4.500 €	9.000 €
Carros de lig. às maq. de lavar	40 un	450 €	18.000 €
Caixas de inspecção (9 maq. * 6 saídas)	54 un	250 €	13.500 €
<u>Linha Msita</u>			111.800 €
Girafa (5m) Linha	1 un	4.000 €	4.000 €
Tapete com 3 desviadores	1 un	3.500 €	3.500 €
Tapete Ponc/Top (9)	3 un	1.600 €	4.800 €

Girafa de alimentação 1ªEE	3 un	3.100 €	9.300 €
Estruturas de sistema vibratório de alimentação - Topejadeiras	4 un	1.250 €	5.000 €
Girafa de alimentação	1 un	2.500 €	2.500 €
Tapete com 3 desviadores	1 un	3.500 €	3.500 €
Girafa de alimentação - Ponçadeiras	1 un	2.500 €	2.500 €
Tapete com 3 desviadores	1 un	3.500 €	3.500 €
Girafas de saída de máq. Individuais	6 un	1.600 €	9.600 €
Girafa de 6 pistas	6 un	5.000 €	30.000 €
Girafa de Alimentação das máq. 1ªEE	1 un	3.100 €	3.100 €
Tapete com 3 desviadores	1 un	3.500 €	3.500 €
Carros de lig. às máq. de lavar	40 un	450 €	18.000 €
Caixas de inspecção (6 máq. * 6 saídas)	36 un	250 €	9.000 €
Subtotal			453.100 €

Lavação

	<u>QTD.</u>	<u>€/un</u>	<u>VALOR</u>
MUDANÇA DE EQUIPAMENTOS			
Desmontagem e Montagem dos Equipamentos			5.600 €
5 pessoas x 7 dias x 8 horas	280 un	20 €	5.600 €
CONSTRUÇÃO CIVIL			
Diversos, incluindo electricidade e colector para derrames		1,00	80.000 €
Diversos	1 un	25.000 €	25.000 €
Drenagem para esgoto (linha enterrada)	1 un	25.000 €	25.000 €
Estrutura metálica de suporte	1 un	30.000 €	30.000 €
Sistema de transporte para alimentação das máq. Lavar		1,00	13.300 €
Cova	7 un	1.900 €	13.300 €
NOVOS EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS			
Linha de alimentação de produtos			35.000 €
Adaptação	70 un	500 €	35.000 €
Sistema de bombagem			15.000 €
Adaptação	1 un	15.000 €	15.000 €
<u>Linha 49x24</u>			12.000 €
Girafa (5m) Linha	3 un	4.000 €	12.000 €
<u>Linha 45x24</u>			15.000 €
Girafa (5m) Linha	2 un	4.000 €	8.000 €
Tapete com 2 desviadores	1 un	3.000 €	3.000 €
Tapete com 4 desviadores	1 un	4.000 €	4.000 €
<u>Linha Ref.C</u>			83.850 €
Girafa (5m) Linha	2 un	4.000 €	8.000 €
Tapete com 3 desviadores	2 un	3.500 €	7.000 €
Unidades de transporte			0 €
Carros de lig. Às maq. De lavar (17*9)	153 un	450 €	68.850 €
Subtotal			259.750 €

Rosa

	<u>QTD.</u>	<u>€/un</u>	<u>VALOR</u>
MUDANÇA DE EQUIPAMENTOS			
Desmontagem e Montagem			200.000 €
5 máq. Rosa	5 un	40.000 €	200.000 €
CONSTRUÇÃO CIVIL			
Sistema de drenagem		1,00	15.000 €
Drenagem periférica	5 un	3.000 €	15.000 €
Subtotal			215.000 €

2ªEE e Escolha Passagem e Embalagem
--

	<u>QTD.</u>	<u>€/un</u>	<u>VALOR</u>
<u>MUDANÇA DE EQUIPAMENTOS</u>			
<i>Desmontagem e Montagem dos Equipamentos</i>			6.400 €
<i>5 pessoas x 8 dias x 8 horas</i>	320 un	20 €	6.400 €
<u>CONSTRUÇÃO CIVIL</u>			
<i>Sistema de transporte para alimentação das máq. de escolha</i>		1,00	11.400 €
<i>Cova (alimentação da linha 45x24 e 49x24)</i>	6 un	1.900 €	11.400 €
<u>Linha 49x24 (Galeria técnica)</u>		1,30	12.402 €
<i>9 ML X 2ML X 2ML</i>	36 un	260 €	9.360 €
<i>Entivação</i>	36 un	20 €	702 €
<i>Gradil amovível para fecho de vala 20ml*2ml</i>	18 un	130 €	2.340 €
<u>Linha 45x24 (Galeria técnica)</u>		1,30	20.670 €
<i>15 ML X 2ML X 2ML</i>	60 un	260 €	15.600 €
<i>Entivação</i>	60 un	20 €	1.170 €
<i>Gradil amovível para fecho de vala 20ml*2ml</i>	30 un	130 €	3.900 €
<u>NOVOS EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS</u>			
<i>Maquinas novas de escolha</i>			189.000 €
<i>Máquinas novas de escolha</i>	7 un	27.000 €	189.000 €
<u>Linha 49x24</u>			67.250 €
<i>Girafa (5m) alimentação das maq. escolha</i>	3 un	4.000 €	12.000 €
<i>Tapete com 2 desviadores</i>	1 un	3.000 €	3.000 €
<i>Girafa (5m) alimentação dos tapetes</i>	5 un	4.000 €	20.000 €
<i>Sistema de distribuição dentro da galeria (8ml)</i>	8 un	3.000 €	24.000 €
<i>Girafa de 5 pistas (AA)</i>	1 un	4.500 €	4.500 €
<i>Carros de lig. às Fercast</i>	15 un	250 €	3.750 €
<u>Linha 45x24</u>			102.150 €
<i>Girafa (5m) alimentação das máq. escolha</i>	3 un	4.000 €	12.000 €
<i>Tapete com 2 desviadores</i>	1 un	3.000 €	3.000 €
<i>Tapete com 3 desviadores</i>	1 un	3.500 €	3.500 €
<i>Girafa (5m) alimentação dos tapetes</i>	4 un	4.000 €	16.000 €
<i>Sistema de distribuição dentro da galeria (15ml)</i>	15 un	3.000 €	45.000 €
<i>Girafa de 5 pistas (AA)</i>	1 un	4.500 €	4.500 €
<i>Carros de lig. às Fercast</i>	21 un	250 €	5.250 €
<i>Tapete com 2 desviadores</i>	2 un	3.000 €	6.000 €
<i>Girafa com cova saída de Def. e Rep. p/ contentor</i>	3 un	2.300 €	6.900 €
<u>Linha Ref.C</u>			26.000 €
<i>Girafa de 6 pistas</i>	4 un	5.000 €	20.000 €
<i>Carros de lig. às Fercast</i>	24 un	250 €	6.000 €
<i>Subtotal</i>			435.272 €

Acquamark

	<u>QTD.</u>	<u>€/un</u>	<u>VALOR</u>
<u>MUDANÇA DE EQUIPAMENTOS</u>			
<i>Desmontagem e Montagem dos Equipamentos Acquamark,</i>			
<i>Revestimento e Cristal</i>			38.400 €
<i>6 pessoas x 20 dias x 8 horas x "2"</i>	1.920 un	20 €	38.400 €
<u>CONSTRUÇÃO CIVIL</u>			
<i>Adaptação de infraestruturas</i>		1,00	14.000 €
<i>Estruturas Diversas</i>	2 un	7.000 €	14.000 €
<u>NOVOS EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS</u>			
<i>Adaptação de infraestruturas</i>			47.600 €
<i>Estufa</i>	1 un	15.000 €	15.000 €

Carros de lig. às Fercast	60 un	250 €	15.000 €
Girafa de saída das máq.	11 un	1.600 €	17.600 €
Subtotal			100.000 €

Infraestruturas de apoio e Diversos de C.Civil
--

	<u>QTD.</u>	<u>€/un</u>	<u>VALOR</u>
DESEMPOEIRAMENTO			
<i>Acab. Mec. + 1ªEE + 2ªEE</i>			143.040 €
4 filtros existentes (mudança e instalação)			
6 pessoas x 3 dias x 8 horas x 4 filtros x "2"	1.152 un	20 €	23.040 €
		120.000	
Tubagem eco-eficiência nova	1 un	€	120.000 €
ELECTRICIDADE (Ilum. e tomadas, quadros electricos, caminho de cabos e alim.equip.)			
Referencia EQP (1.200.000€ para 21.162m2 de zona industrial)=56€/m2			697.200 €
(6.400m2 + 1.900m2)*1,5 "densidade de equipamentos"	8.300 un	84 €	697.200 €
REDE DE AR COMPRIMIDO			
Referência EQP (60.000€)			80.000 €
rede	1 un	80.000 €	80.000 €
REDE DE GÁS			
Estufa Acquamark			20.000 €
rede	1 un	20.000 €	20.000 €
REDE DE VAPOR E ÁGUA INDUSTRIAL			
Referencia EQP (30.000€)			60.000 €
rede	1 un	60.000 €	60.000 €
REDE DE INCÊNDIO			
Rede geral			60.000 €
rede	1 un	60.000 €	60.000 €
REDE DE ÁGUA (Instalações Sanitárias)			
Inclui mudança de central e instalação de tratamento de ozono			25.000 €
rede	1 un	25.000 €	25.000 €
CASA de BATERIAS			
Alteração da localização (inclui diferencial, parte eléctrica, C.Civil e exaustão)			30.000 €
V.Global	1 un	30.000 €	30.000 €
GERAL CONSTRUÇÃO CIVIL			
Adaptação da condições (inclui demolições)=100€/m2 para pavilhão 120m x 90m			1.080.000 €
	10.800		
C.C.	un	100 €	1.080.000 €
Subtotal			2.195.240 €

Investimento Global **4.131.976 €**

Anexo R: Análise de projecto de investimento a 12 anos**Tabela R.1 – Análise projecto de investimento**

Ano:	0	1	2	3	4	5	6
Benefícios							
Stock	2817980						
Pessoas		378000	378000	378000	378000	378000	378000
Área		24000	24000	24000	24000	24000	24000
Investimentos	4131976						
Total	-1313996	402000	402000	402000	402000	402000	402000
Fluxos actualizados	-1313996	375701	351122	328152	306684	286620	267870
Fluxos actualizados (acumulados)		-938295	-587173	-259021	47663	334283	602153

Ano:	7	8	9	10	11	12
Benefícios						
Stock						
Pessoas	378000	378000	378000	378000	378000	378000
Área	24000	24000	24000	24000	24000	24000
Investimentos						
Total	402000	402000	402000	402000	402000	402000
Fluxos actualizados	250345	233968	218661	204356	190987	178493
Fluxos actualizados (acumulados)	852498	1086466	1305127	1509484	1700471	1878964

Anexo S: Cálculo da norma *mizusumashi*

Como pode ser visto pela ilustração S.1 o *mizusumashi* não passará pelas operações de pré-secagem, lavação e secagem. Estas serão abastecidas como actualmente devido à dificuldade encontrada de passar a rampa de ligação entre o interface e os sectores anteriormente referidos. Assim a zona de interface será a zona onde as rolhas serão deixadas para posteriormente serem levadas para as respectivas operações.

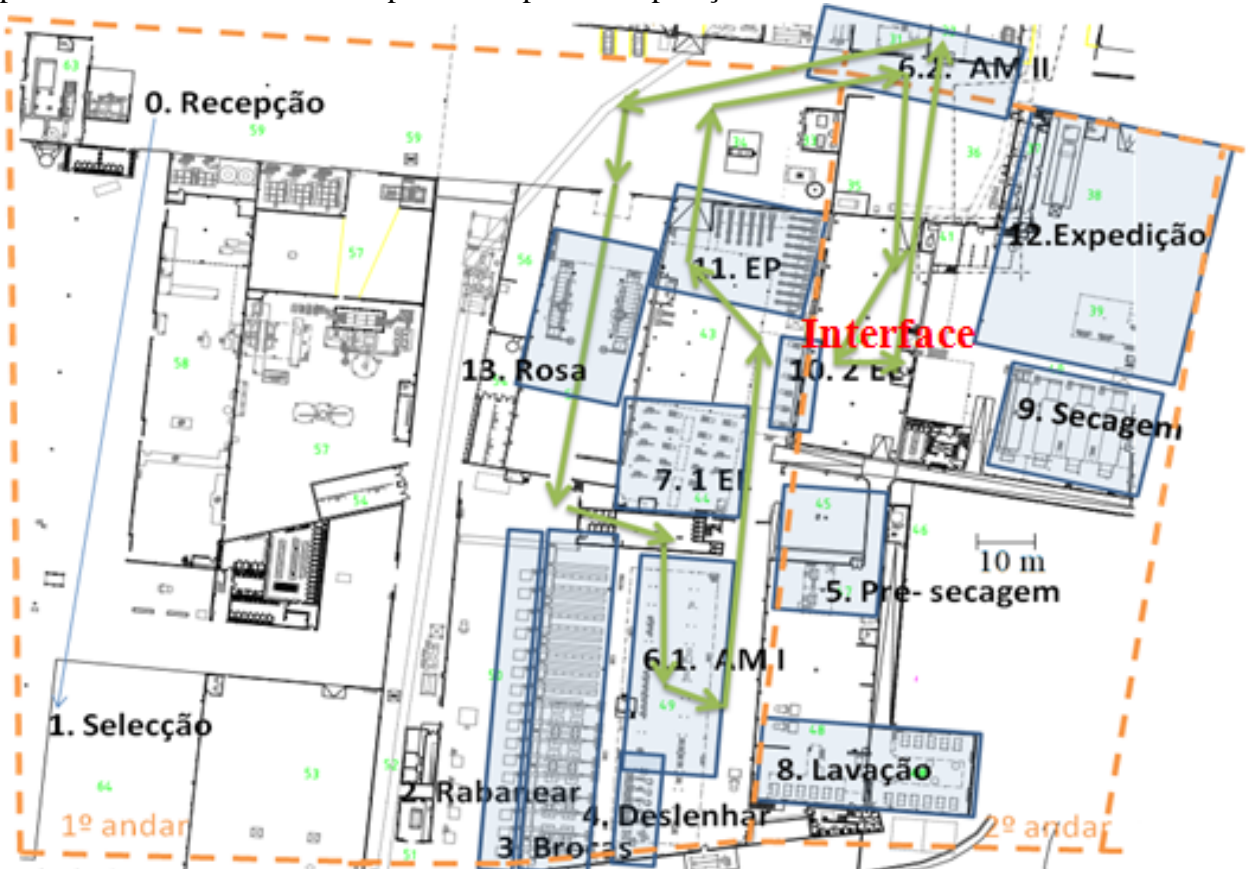


Ilustração S.1 – Norma percurso *mizusumashi*

Ao nível da quantidade transportada várias opções foram testadas:

- Referentes ao tempo de ciclo do *mizusumashi*:
 - $t = 15$ min
 - $t = 20$ min
 - $t = 30$ min
- Referentes às dimensões dos carros:
 - Carros de seis sacos
 - Carros de quatro sacos
 - Carros de um saco

O carro de seis sacos mostrou-se grande demais e difícil de ser movimentado pelo operador. A vantagem que traria seria a do possível aumento do tempo de ciclo do *mizusumashi*. Contudo esta possibilidade foi abandonada. Já os carros de quatro sacos, embora mais fáceis de movimentar relativamente aos de seis, mostraram a dificuldade de operar junto das máquinas em alguns sectores. Os carros individuais são fáceis de operar contudo transportam pouca quantidade de cada vez.

Depois de vários testes a solução encontrada passa por utilizar carros de quatro sacos para transportar unicamente os sacos de rede. Os sacos normais são transportados em carros individuais podendo assim, em alguns casos, estar já no carro quando recebem as rolhas. Esta opção torna as operações mais fáceis e mais rápidas. Dentro dos carros individuais há ainda uma variante: alguns dos carros transportam 8000 rolhas e outros transportam 10 000 rolhas.

A tabela S.1 estuda a quantidade de rolhas a transportar em cada uma das estações, o local para onde são transportadas e o tipo de carro transportador. Como resultado a mesma tabela apresenta o número médio de carros transportados por hora.

Tabela S.1 – carros transportados por hora

Nota: carros tipo A são carros individuais que transportam um saco de 10 000 rolhas cada; carros tipo B são carros que transportam 39 000 rolhas em sacos de rede; e carros tipo C são carros individuais que transportam um saco de 8 000 rolhas cada; a amarelo encontra-se identificada a zona de interface.

Sector	fluxo movimentação	Para:	Suporte	Capacidade (ML/h)	nr carros/h A	nr carros/h B	nr carros/h C
Brocas a pedal	OUT	Pre-sec	B	66667		1,7	
AM I	IN		C+B	120000		1,8	1,0
	OUT	1EE	A	120000	12,0		
Deslinhar	OUT	Pre-sec	B	106667		2,7	
1º EE	IN		A	202963	20,3		
	OUT	2EE	C	8267			1,0
	OUT	AM II	C	16333			2,0
	OUT	Lav	C	124333			15,5
	Triturar			54030			
2º EE	IN		A	81064	8,1		
	OUT	EP	A	81064	8,1		
AM II	IN		C+B+A	115779	1,8	0,0	2,0
	OUT	1EE	A	71111	7,1		
	OUT	lav	C	44668			5,6
INTERFACE							
Pré secagem	IN		B	173334		4,4	
	OUT	AM I	B	120000		3,1	
	OUT	AM II	B	71111		1,8	
EP	IN		A	129596	13,0		
	OUT		sacos	0			
Lavação	IN		C	202216			25,3
	OUT	EST	sacos	202216			
Estufa	IN		sacos	202216			
	OUT	2 EE	A	72798	7,3		
	OUT	EP	A	48532	4,9		
Rosa	OUT	lav	C	33215			4,2
	OUT	AM II	A	0	0,0		
	OUT	1EE	A	11852	1,2		

Com o número de carros transportados por hora em cada sector é possível estudar a variável tempo de ciclo em função do comprimento do comboio. Assim, a solução encontrada aponta para um tempo de ciclo de 15 minutos sendo que no máximo o comboio tem 3 carros dos grandes e 15 carros dos pequenos.

Anexo T: Estudo da relação entre a dimensão do carro e o posicionamento das rodas de trás

Como demonstrado na ilustração T.1 as rodas de trás devem ser fixas e as rodas da frente devem ser giratórias para permitir que o carro vire em curva.

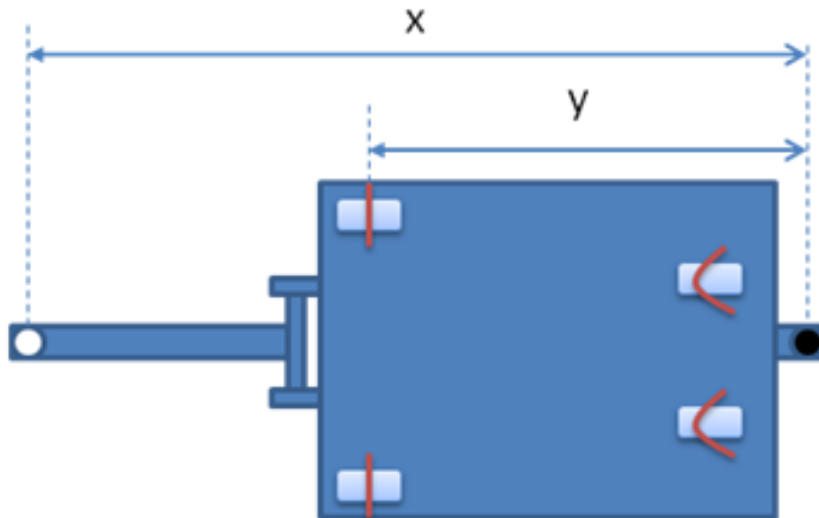


Ilustração T.1 – Esquema de carro

A relação entre X e Y deve ser:

$$Y = [50\% ; 60\%] * X$$

Se Y for maior que 60% de X o comboio anda pouco em “S” contudo “corta” nas curvas. Por outro lado quanto menor for a percentagem de Y em relação ao comprimento do carro (X) menos o carro “corta” em curva mas menor será a estabilidade em recta. A relação apresentada tenta minimizar as desvantagem de ambas as variáveis.

Anexo U: Comparação entre rodas em cruz e rodas em quadrado

Utilizando o sistema de rodas em cruz (ver ilustração U.1) todas as rodas devem ser giratórias. Este sistema torna o carro mais fácil de manobrar pelo operador contudo oferece maior propensão a andar em “S” quando em recta. Num terreno com desníveis a instabilidade é acentuada pois quando este tipo de carro começa a subir uma rampa só fica apoiado em duas rodas (a da frente e a de trás).

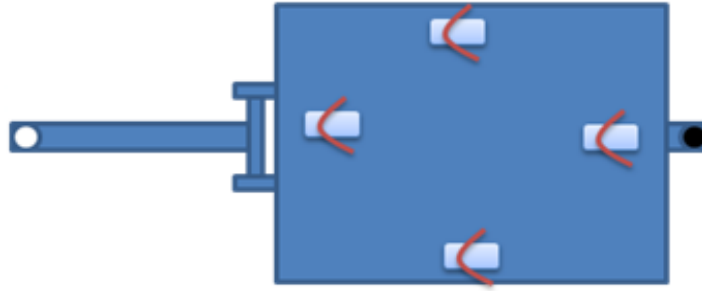


Ilustração U.1 – Carro com rodas em cruz

Por outro lado, o sistema de duas rodas à frente mais duas a trás (ver ilustração U.2) torna o carro mais difícil de operar contudo oferece melhores performances quando em comboio.

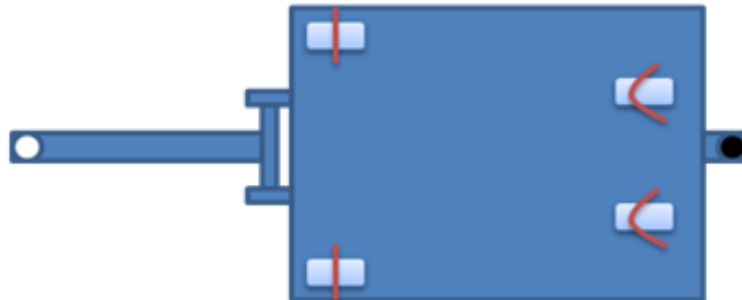


Ilustração U.2 – Carro com rodas em quadrado

Os testes realizados entre os dois sistemas, para o tipo de terreno encontrado, levaram à escolha do sistema de duas rodas à frente mais duas rodas atrás. Principalmente porque o sistema em cruz fazia com o que comboio andasse em “S”.

Anexo V: Adaptadores para elevação



Ilustração V.1 – Carros grandes: pormenor para os garfos dos empilhadores



Ilustração V.2 – Carros pequenos: gaiola de elevação

Anexo W: Carros versão final



Ilustração W.1 – Carros grandes



Ilustração W.2 – Carro pequeno

Anexo X: Planeamento em *pull* na RARO

Antes de mais, vale a pena reflectir sobre o VSM desenhado pelo Instituto Kaizen no início do projecto há cerca de um ano e meio (ver ilustração X.1).

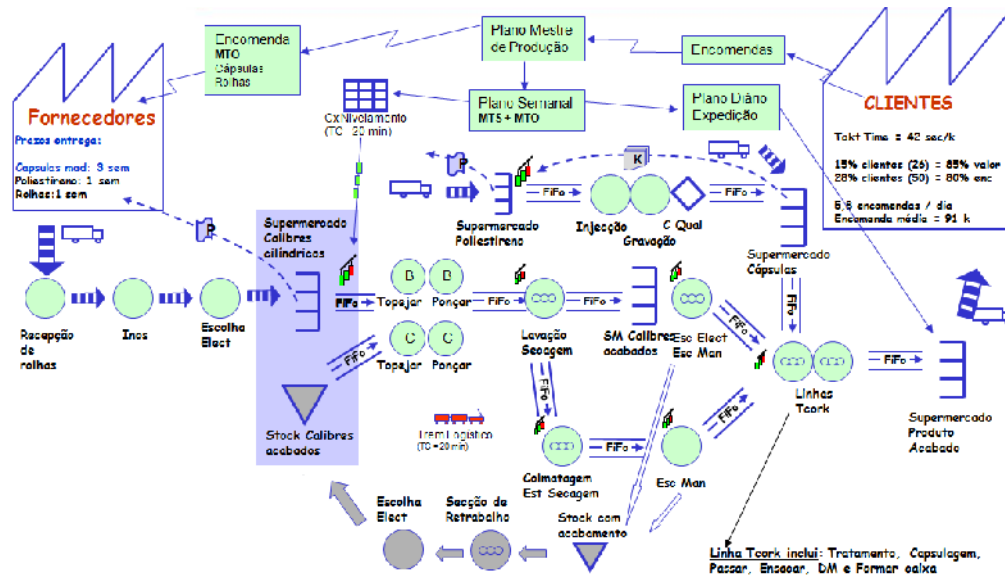


Ilustração X.1 – VSM Raro

(fonte: Manuais Kaizen Institute)

Da análise à carteira de produtos e às necessidades dos clientes resulta que 15% da quantidade vendida deve estar sempre disponível assim que o cliente venha buscar esses produtos. Então, 15% da capacidade produtiva será realizada em *make to stock*. Estes produtos funcionam em sistema de *kanban* e são geridos pelo supermercado de produto acabado. Isto é, quando existe uma necessidade no referido supermercado (porque o cliente veio buscar o produto) será despoletada uma ordem de produção que entrará no sequenciador localizado depois do supermercado anterior.

Os restantes 85% funcionam em sistema *make to order*. O planeamento incide sobre estes 85% de produção uma vez que o sistema *kanban* é um sistema de planeamento autónomo. Destes 85% de quantidade vendida é interessante ressaltar que 3% são encomendas que chegam com menos de 5 dias de prazo de entrega, as restantes têm um prazo superior.

Assim, analisando a distribuição de vendas é possível estruturar uma análise ABC quer para rolhas quer para cápsulas (notar que só formam uma peça única nas linha Tcork). Assim o posicionamento ao nível dos supermercados (e compra se for o caso) está explicito na ilustração X.2.

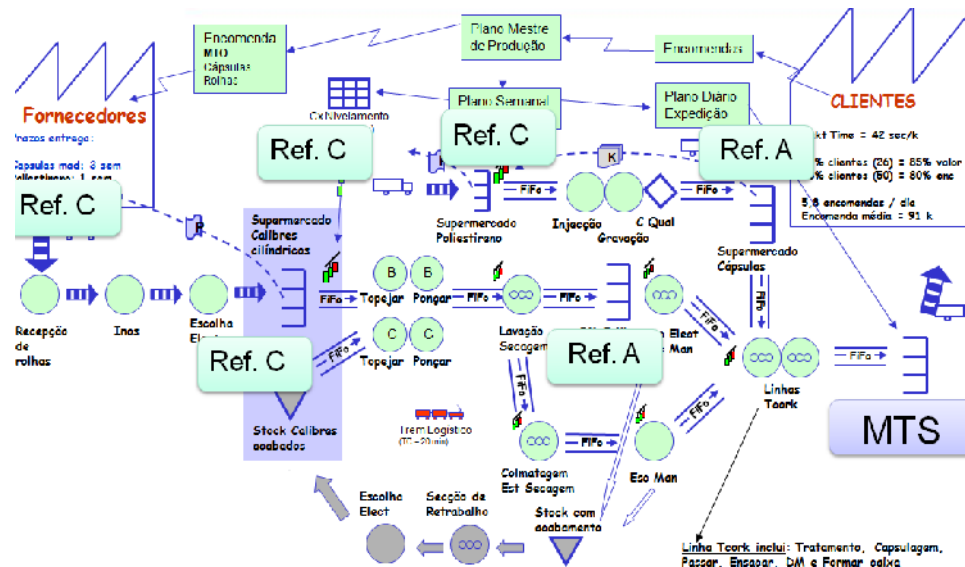


Ilustração X.2 – VSM com a localização da classificação ABC nos respectivos supermercados.

É de notar que “ref.C” diz respeito a todas as referências que não sejam classificadas como A na análise ABC. Estas encontram-se em duas posições tanto para rolhas como para cápsulas. Ou seja, podem estar no supermercado interno ou ter que ser compradas. Como já havia sido referido as MTS ficam no supermercado de produto acabado. As referências A ficam em supermercados intermédios.

Assim o planeamento em *pull* resulta em 5 planos (ver ilustração X.3).

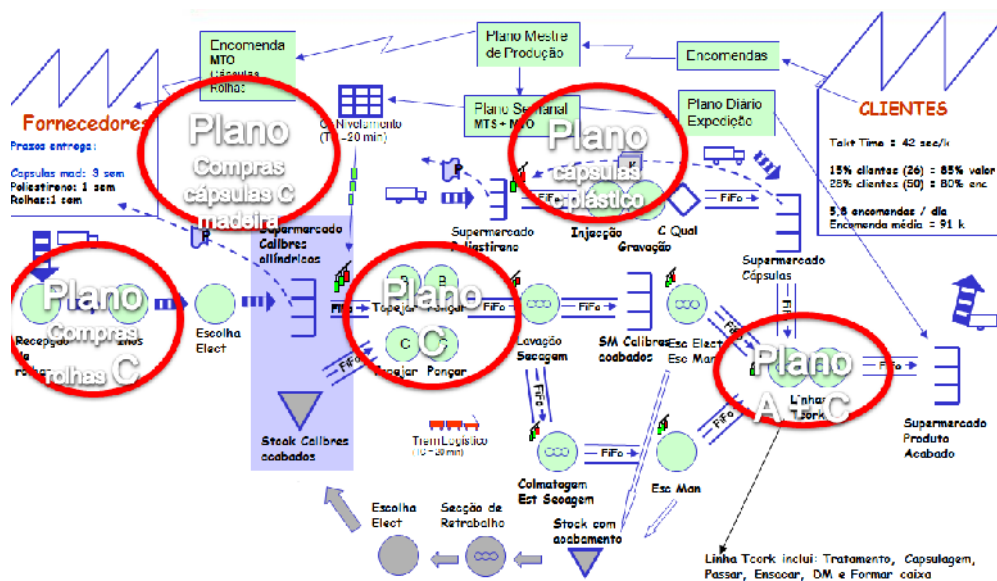


Ilustração X.3 – Cinco planos implementados

O primeiro plano, que é o plano desencadeador de todos os outros, é o da capsulagem. Aqui são planeadas todas as referências com excepção dos 15% de MTS. A ilustração X.4 mostra o sistema desenvolvido que usa as capacidades das máquinas a operar na capsulagem (máquinas e Tork, onde cada artigo tem melhor disposição para um dado tipo de máquina) em função daquilo que são as encomendas em cada altura. Chama-se a atenção para a máxima produção diária permitida para uma referência aquando do planeamento. Esta é de 150 milheiros por dia para nivelar a quantidade produzida em cada dia e evitar o efeito chicote no supermercado anterior. Por exemplo, na ilustração X.4 a última referência, que tem uma quantidade

encomendada de 400 milheiros, tem que dividir a sua produção por 3 dias, mesmo ainda havendo capacidade nas Tcork (reparar que este é um artigo a ser trabalhado nas Tcork).

[illegible]

Ilustração X.4 – Sistema de planeamento ao nível da capsulagem.

Salienta-se que, por defeito, a capacidade máxima é de 82%. Isto acontece porque 15% da capacidade será para sistema *kanban* e 3% será para gestão de curto prazo (notar que anteriormente tudo era gestão de curto prazo pois não existia um sistema implementado). Contudo, isto não significa que o sistema seja rígido ao ponto de restringir a capacidade a somente 82%. Restringe sim a 100%. A produção por sistema de *kanban* funciona como um amortecedor para absorver variações de dia para dia. Isto é, é possível um dia ocupar 87% (82%+5%) da capacidade com a produção de MTO sendo que no dia seguinte só ocupe 77% (82%-5%). No caso de planear para 87% da capacidade, o sistema simplesmente dá um alerta que está a ocupar capacidade de outro item.

Este plano origina, para as rolhas, um outro plano idêntico para os acabamentos mecânicos (topear e ponçar) desfasado do *lead time* até à capsulagem. Contudo este plano deixa de planear 85% da produção e passa somente a planear 20% (que representa todos os artigos referência C; notar que as referência A estão no supermercado localizado depois dos acabamentos mecânicos). Os restantes 65% funcionam em sistema de *kanban* gerido pelo supermercado de calibres acabados.

Consequência directa do plano da capsulagem será também o de compra de rolhas e o de compra de cápsulas de madeira pois estas só podem entrar em produção se estiverem dentro da empresa.

Por último, falta analisar o plano de produção de cápsulas de plástico. Este também resulta do plano de capsulagem e está desfasado do *lead time* necessário.

É interessante notar que todos os planos estão, e têm que estar, interligados. Só a verificação do *lead time* do sistema como um todo permite confirmar a ordem de produção na capsulagem. Assim, o sistema para além de planear a produção, pretende aprovar encomendas consoante a disponibilidade da fábrica.

O sistema foi desenvolvido em Microsoft Excel por ser uma ferramenta fácil de usar e conhecida dos elementos da fábrica.